
Prof. Dr. Farid M. Shafei
Professor of Islamic Architecture
Dokki, Giza, Egypt
المملكة العربية السعودية
وزارة المعارف
الإدارة العامة للآثار والمتاحف
ترميم وصيانة المباني الاثرية والتاريخية
تأليف/ عبد المعز شاهين



ترميم وصيانة
المباني
الأثرية والتاريخية

تأليف
عبد المعز شاهين



بسم الله الرحمن الرحيم

إهداء :

إلى كل من يجعل من أيامه ولياليه نورًا يهدي السائرين على دروب المستقبل .

أهدي هذا الكتاب

عبد المعز شاهين

شكر وعرفان

أتقدم بخالص الشكر والعرفان لمعالي وزير المعارف الدكتور عبد العزيز الخويطر، ولسعادة الدكتور عبد الله حسن مصري وكيل وزارة المعارف المساعد للشؤون الثقافية ومدير عام الإدارة العامة للآثار والمتاحف بالمملكة العربية السعودية، وإلى كل من ساهم بجهد في إنجاز هذا العمل من الأخوة الزملاء العاملين بالإدارة العامة للآثار والمتاحف وبهيئة الآثار المصرية.

وأدعو الله أن يجزي الجميع عني الجزاء الأوفى، وآمل أن يكون في هذا الكتاب النفع المرجو

والله من وراء القصد وهو الهادي إلى سواء السبيل

المؤلف

تقــــديم

يرتكز موضوع الإهتمام بالآثار والتراث في الأصل على ركيزتين أساسيتين :
أولاهما تبدأ بالبحث والدراسة وتنتهي بالنشر والاعلام . والأخرى تتعلق بالعلاج والصيانة أو ما هو متعارف عليه بين الآثاريين بإسم « الترميم » .

فالترميم إذا يحتل حيزا كبيراً وهاماً في مجال إهتمامات علم الآثار والتراث ، وهو ينقسم مبدأياً إلى قسمين :

(أ) ترميم الآثار الثابتة: وتشمل المباني والمشيدات بشتى أنواعها .

(ب)ترميم الآثار المنقولة: وهذه بدورها تعني بالقطع والمواد الأثرية والتراثية المختلفة .

وبالطبع فقد أصبح موضوع الترميم علماً قائماً بذاته ويستند إلى الأصول والمباديء العلمية في الكيمياء والميكانيكا والهندسة بالإضافة إلى أساسيات الحرف الصناعية . ولهذا السبب نجد أن التخصص في ترميم الآثار يكاد يزيد صعوبة عنه في التخصص الأكاديمي لدراسة الآثار .

وفي هذا الكتاب الذي نقدم له هنا يحاول الكاتب أن يوفر للقارىء والطالب المبتديء بعض الأسس والمفاهيم في علم الترميم بشقيه ، وللنقص الملموس الذي يسود في مجال التعريف بعلم الترميم فإن هذه المحاولة تملأ حيزاً حيوياً ومناسباً .

ومما يزيد من القيمة النفعية لهذا الكتاب (المدخل) عن الترميم أنه ياتي كمحصلة تجارب عملية وعلمية خاضها الكاتب في مجال عمله كإختصاص ترميم في كل من جمهورية مصر العربية والمملكة العربية السعودية . ويستعرض الكاتب بعض برامج الترميم العلاجي للمنشآت المعمارية التقليدية في المملكة والتي توضح إسهامات

التكنولوجيا الحديثة وتطبيقاتها العملية في مجال الحفاظ على التراث .

ويصدر هذا الكتاب تحت رعاية وزارة المعارف (الإدارة العامة للآثار والمتاحف) كجزء من برنامج النشر والتأليف في حقل الآثار والتراث ، ذلك البرنامج الطموح والبناء الذي إعتمده المجلس الأعلى للآثار في المملكة منذ سنوات والذي برزت عنه العديد من الإصدارات القيمة ، وينتظر أن يصدر المزيد بإذن الله تعالي .

ولسنا هنا في مجال تعداد معطيات السياسة الحكيمة التي تنهجها حكومة حضرة صاحب الجلالة الملك المفدي حيال الآثار والثقافة بشكل عام ، فمقياس ذلك الفعل وليس القول ، ولكن لابد من تسجيل كلمة حق تقتضيها الأمانة العلمية . فالدعم السخي الذي توجهه الدولة حيال العناية بالآثار والتراث إستقصاءاً وبحثاً ونشراً أثمر عن إنجازات ومكاسب قياسية تفوق حدود التوقعات ، ونتيجة لذلك أصبحت الآثار تحتل حيزاً ملموساً في إطار الإهتمامات الوطنية سواءاً ما كان منها على المستوى الحكومي التنفيذي أو على الصعيد العلمي الجامعي أو في مجال التوعية الإعلامية للرأى العام .

ولذا فإنه بمقدرونا أن نتحدث بقناعة عن توفر عنصر من عناصر التوازن في طموحات التنمية العظيمة التي يشهدها مجتمع المملكة العربية السعودية . فالبناء المتواصل من أجل المستقبل يردفه هنا عزم وتأكيد على ترسيخ الأصالة والتراث . ومجتمع يتمتع بقيادة حكيمة تعمل بجهد وإخلاص على تحقيق مثل هذا التوازن الهام ، سوف يبلغ ، بعون الله ، آماله وطموحاته نحو التطور والتقدم في ظل التراث التليد . وفقنا الله جميعاً لـمـــا فيه الخير للجميع .

عبد الله حسن مصري
وكيل وزارة المعارف المساعد للثقافة
ومدير عام الآثار والمتاحف

محرم ١٤٠٣ هـ
أكتوبر ١٩٨٢ م

مقـــدمة :

الأساليب المتبعة فى صيانة وترميم
المبانى الأثرية والتاريخية

تجمع المباني الأثرية والتاريخية بين فنون البناء والنحت والنقش والتصوير، لذلك فإن عمليات صيانة وترميم هذه المباني تتطلب هى الأخرى تآزر العاملين فى كل هذه المجالات.. ولقد تطورت أساليب صيانة وترميم المبانى الأثرية والتاريخية تطورا كبيرا فى النصف الثانى من القرن العشرين بعد أن توثقت العلاقة بينها وبين الكيمياء والطبيعة والجيولوجيا والبيولوجيا وعلوم المياه أو السوائل المتحركة (الهيدروليكا) وميكانيكا التربة، بحيث أصبحت الآن موضوعا للبحوث العلمية المتعمقة.

ولقد كان هذا الأمر ضروريا ومنطقيا، فلم يكن من الممكن أن تتطور أعمال وأساليب هذه النوعية من المبانى بغير أن يكتسب القائمون بها الخبرة الكافية التى تتأتى بالمران الطويل، ومالم تتوثق الصلة بينهم وبين زملائهم المشتغلين بالعلوم الكيميائية والطبيعية والجيولوجية والهندسية والبيولوجية، فأعمال الصيانة والترميم تقتضى إجراء الفحوص والدراسات العلمية التى تكشف عن مدى التلف الذى أصاب المبانى الأثرية والتاريخية، وذلك لإمكان رسم خطة متكاملة مأمونة لصيانتها وترميمها. ولقد قال فى هذا عالم الترميم البولندى المشهور الأستاذ ماركونى، وهو على حق «إن على المشتغلين بأعمال الترميم إذا أرادوا التفوق أن يتعلموا كيف يتعاملون مع المشتغلين بالتاريخ والآثار من ناحية ومع المشتغلين بالعلوم من ناحية أخرى» .*

وتنقسم الأساليب المتبعة فى صيانة وترميم المبانى الأثرية والتاريخية إلي النوعيات الآتية :

الترميم المعمارى

ويتضمن إقامة المبانى الأثرية المنهارة واستبدال الأجزاء المتآكلة بمواد حديثة تتماثل مع المواد الأثرية فى طبيعتها وشكلها ومظهرها، وتكملة الأجزاء الناقصة إذا كان من شأنها تدعيم المبنى أو تحميل أجزاء آيلة للسقوط، مثل الأسقف والأعتاب أو إبراز خصائص معمارية ذات دلالة معينة.

* عن محاضرة للدكتور زكى اسكندر ألقاها على طلبة قسم الترميم - كلية الآثار - جامعة القاهرة.

وفى جميع هذه الحالات يجب أن تتم أعمال الترميم بحيث لا تطمس أو تغير من الطرز المعمارية الأثرية ، وبطريقة يسهل معها التفريق بين الأجزاء القديمة والأجزاء التى أقيمت حديثا من المبنى .

الترميم الهندسى

ويتضمن تدعيم وحقن وعزل الأساسات وإقامة الحوائط الساندة المانعة للإنهيارات وصلب السقوف والأعتاب وحل المشكلات المترتبة على مياه الرشح والنشع ، وغير ذلك من أعمال هندسة إنشائية تضمن بقاء المبانى وعدم إختلال توازنها .

وفى جميع هذه الحالات يجب استخدام مواد تتلاءم فى خواصها الطبيعية مع المواد الأثرية ، وبحيث لا يترتب على إستخدامها أية أضرار جانبية فى المستقبل .

الترميم الدقيق

ويتضمن جميع الأعمال الخاصة بملء الشقوق والفجوات وحقن الشروخ وتثبيت القشور السطحية وترميم وعلاج النقوش الجدارية والزخارف والحليات وتنظيف وتثبيت الألوان وتجميع وتقوية الكتل الحجرية واستخلاص الأملاح وترميم جميع العناصر المعمارية المرتبطة بالنحت والنقش والتصوير.

الصيانــــة

لقد أثبتت التجارب والمشاهدات العامة أن أعمال الترميم مهما كان المستوى الذى أنجزت به لا تكفل الأمان المطلوب للمبانى الأثرية والتاريخية التى جرى ترميمها ، الأمر الذى يستوجب صيانتها عن طريق تهيئة الظروف التى تتلاءم مع حالتها ومع المواد المستخدمة فى بنائها ، من حيث درجات الحرارة والرطوبة النسبية والإضاءة والتهوية وعوامل التلف البيولوجي .. ويتطلب هذا الوقوف على الخواص الكيميائية والطبيعية والبيولوجية لمختلف المواد الداخلة فى تركيب المبنى ، وعلى الكيفية التى تتفاعل بها مع المواد المستخدمة فى عمليات الترميم ومع الأجواء المحيطة بها ، ومدى تأثير الرطوبة والحرارة والضوء ومحاليل الأملاح وتذبذب مستوى المياه السطحية والجوفية عليها .

الإعتبارات الواجب مراعاتها فى عمليات صيانة وترميم المبانى الأثرية والتاريخية

مهما اختلفت وجهات النظر فى كيفية صيانة وترميم المبانى الأثرية والتاريخية ، فإن عمليات الترميم ليست على أية حال مجرد عمليات إصلاح لما يتلف من عناصر معمارية ، بل هى عمليات ذات طبيعة خاصة لها أصولها وتقاليدها ، ولا بد أن تمارس من منطلق الخبرة الواسعة والدراية الكاملة بطبيعة وخصائص النوعيات المختلفة من المبانى الأثرية ، وإلا فقدت عمليات

الترميم الغرض منها .. وكم أضاع الترميم الخاطىء آثارا نادرة وعناصر أثرية هامة . وانطلاقا من هذا لابد أن تتلاءم وتتنوع عمليات الترميم حسب نوعية وخصائص الحالة المطلوب ترميمها من حيث مادتها وشكلها ومظهرها وسماتها الفنية ، ودلك على اعتبار أن المبنى الأثرى أو التاريخى ليس كيانا ماديا مجردا من المحتوى الفكرى والفنى والحضارى .

وفى هذا الصدد لابد من القول بأن نتائج البحث العلمى فى هذا المجال يجب أن ترتبط بالنواحى التنفيذية وأن تكون وسيلة لاستحداث مواد وطرق جديدة للصيانة والترميم .

ومن هذا المنطلق ولحماية المبانى الأثرية والتاريخية من أخطار الترميم الخاطىء يجب أن تتم أعمال الصيانة والترميم فى إطار القواعد الآتية :

١) تحديد المواد الداخلة فى تركيب المبنى الأثرى المراد صيانته وترميمه .
٢) تحديد عوامل التلف السائدة كبداية لدراسة تأثيراتها وكيفية تلافى أخطارها .
٣) تحديد نوع التلف ودراسة الظروف التى تواجد فيها أو تأثر بها المبنى الأثرى .
٤) دراسة الأساليب المتبعة فى الصيانة والترميم لاستبعاد المتلف منها وإيقاف العمل به .
٥) إستحداث والتوصية باستخدام مواد أكثر مقاومة لعوامل التلف فى عمليات الصيانة والترميم .
٦) تحديد مواصفات المواد الواجب إستخدامها فى عمليات الصيانة والترميم واستحداث الأساليب المناسبة .
٧) دراسة وفحص المنتجات التجارية المستخدمة فى الصيانة والترميم للوقوف على مدى ملاءمتها للمواد الداخلة فى تركيب المبنى .

وعلى أية حال فقد ترسخت مع الزمن وبالممارسة مبادىء عامة تحكم عمليات صيانة وترميم المبانى الأثرية لابد وأن يضعها العاملون فى هذا الحقل نصب أعينهم وتتلخص فيما يأتى :

١) عدم القيام بأعمال الصيانة والترميم التى يترتب عليها محو أو تغيير أو تشويه أو طمس الخصائص المادية والمعنوية للمبنى الأثرى من حيث الشكل والمظهر والسمات والخصائص المعمارية والفنية .
٢) عدم القيام بأعمال الصيانة والترميم التى قد تؤدى إلى إضعاف أو الإضرار بالمواد الداخلة فى تركيب المبنى الأثرى .
٣) عدم الإفراط فى عمليات الترميم والإكتفاء بالقدر الضرورى منها لضمان بقاء المبنى الأثرى .
٤) القيام بأعمال الترميم بالكيفية والطريقة التى تسهل معها التفرقة بين الأجزاء المرممة والأجزاء غير المرممة من المبنى الأثرى .
٥) يجب إستخدام مواد الصيانة والترميم التى تسهل إزالتها دون الإضرار بعناصر المبنى الأثرى ، وذلك عندما يراد تعديل أسلوب وطريقة الصيانة والترميم .
٦) عدم البدء فى عمليات الصيانة والترميم إلا بعد الدراسة المستفيضة والمعرفة الكافية بخواص وتأثير المواد التى سيجرى إستخدامها فى الصيانة والترميم علىٰ المواد الداخلة فى تركيب المبنى الأثرى .
٧) يجب أن تتم عمليات صيانة وترميم المبانى الأثرية الهامة باشتراك المسئول عنها والمتخصص فى مادتها العلمية .
٨) يجب مداومة الرقابة والتفتيش على المبانى الأثرية حتى يمكن القيام بعمليات الصيانة والترميم فى الوقت المناسب .
٩) لما كانت الأهداف المنشودة من جميع عمليات الصيانة والترميم هى الابقاء على المبانى الأثرية ، فلسوف يكون من الضرورى إختيار مواد الصيانة والترميم التى تكفل هذا الإستمرار وبحيث لا تتفاعل كيميائيا مع المواد الداخلة فى تركيب المبنى الأثرى بطريقة تؤدى إلى الإضرار بها

١٠) إن سوء الإستعمال يعتبر من أكثر الأسباب فتكا بالمبانى الأثرية ، لذلك فإنه من الضرورى منع إعتلائها بالأقدام أو لمسها بالأيدى أو تشويهها بالكتابة على الجدران والأخذ فى الإعتبار الأضرار التى قد تنجم عن توصيلات الكهرباء والمياه والصرف الصحى .

أبرز السمات المعمارية فى المبانى الأثرية والتاريخية

ليس من شك فى أن الكهوف التى لجأ إليها إنسان القفار والبرارى ، والأكواخ التى لجأ إليها فلاحو الأرض فى العصر الحجرى الحديث هى الأصول الأساسية لمسكن الإنسان ، ومنها تطورت فنون العمارة وتنوعت تفاصيلها وطرزها فى الحضارات القديمة ، بما يلائم تأثيرات البيئة فى حياة أهل هذه الحضارات .

العمارة المصرية القديمة :

تميزت مصر عن غيرها من بلدان الشرق القديم بطبيعتها الجغرافية وتكويناتها الجيولوجية وبمناخها واستقرار الأحوال فيها ، كما تميزت بمعتقداتها الدينية ، ولهذا كله فقد انفردت العمارة المصرية القديمة بطراز خاص بها .. وإذا ما رجعنا إلى البدايات الأولى للعمارة المصرية القديمة فسوف نجد أن المصرى القديم قد استخدم فى مبانيه سيقان البردى وأعواد البوص وجذوع النخيل ، ثم صنع ستائرا من القش المجدول ثبتها فى الحوائط الداخلية لهذه الأبنية . ومن هذا النموذج البدائي للعمارة النباتية تقدم المصرى القديم خطوات محسوسة فأدخل فى هذه المبانى البدائية عناصر زخرفية وتطور بها من مجرد أكواخ للإيواء إلى سرادقات نباتية ممتدة واسعة يقوم سقفها على عمد من سيقان البردى أو حزم الغاب أو جذوع الشجر . وقام المصرى القديم بعد ذلك بتسوية أطراف الواجهات العليا ووصلها بألياف من البردى وبحبال من الليف واستمر يطور هذه الأطراف وأبقى عليها حتى تحولت فيما بعد إلى ما عرف بالكورنيش المصرى فى العمارة الحجرية .

وعندما انتقل المصرى القديم من استعمال المواد النباتية إلى البناء بالطمى ، سواء بالكتل غير المنتظمة الشكل (الجواليص) أو بواسطة قوالب اللبن المستطيلة المنتظمة الشكل ، حافظ على كثير من تقاليد العمارة النباتية ، ثم عاد واحتفظ بكثير من سمات العمارة النباتية وعمارة الطوب اللبن فى العمارة الحجرية التى دخل آفاقها على يد إيموحتب خلال عصر الأسرة الثالثة المصرية .

ولقد اتسعت آفاق العمارة الحجرية فى عصر الأسرة الرابعة وتنوعت مجالاتها وتميزت بالأهرامات الشامخة والمعابد الفسيحة .. وكان طابع العمارة فى هذه الأسرة هو الضخامة الهائلة دون أن تعتمد على العناصر الزخرفية .

وفى عصر الأسرتين الخامسة والسادسة شهدت أساليب العمارة المصرية إنقلابا كبيرا ، فلم تعد تعتمد على الأحجام الهائلة ، وإنما اعتمدت على عنصر الزخرفة ، وظهرت نهايات الأعمدة المشكلة على هيئة زهرة اللوتس أو على هيئة براعمها المقفلة ، كما ظهرت الأعمدة التى أخذت هيئة زهرة البردى أو قمم النخيل .

ومنذ أن استقرت القواعد الفنية لطراز العمارة الحجرية ، أخذ المهندسون والفنانون يزيدون من صلة مبانيهم بالذوق والفن من خلال ما نفذوه من وسائل الوضوح واستقامة الإتجاهات والتقليل من الإنحناءات والتعقيدات .

ونجد أن المعبد المصرى منذ نشأته وحتى إكتمال تطوره قد تميز باستقامة الإتجاهات فى محوره الرئيسى وبتنفيذ أسلوب المقابلة بين أجزائه وتميز تخطيط المبانى المصرية باستعمال الأشكال المستطيلة أو المربعة المتجاورة أو المتداخلة، وبذلك تكون الشكل العام للمبنى المصرى القديم من مستطيل رئيسى، إنقسم إلى عدة مستطيلات صغيرة، كل منها يتجزأ بدوره إلى مستطيلات أصغر.

ولقد كان المصريون أول من أقاموا الأبهاء الفسيحة ذات الأعمدة الشاهقة، وكانوا يلجأون فى إضاءتها إلى جعل الأعمدة الوسطى أعلى كثيرا من الأعمدة الجانبية، وكان من نتيجة ذلك أن السقف عند الجانبين يكون اكثر إنخفاضا عنه فى الوسط، وبذلك يدخل الضوء من خلال ما بين السقفين من فتحات.

ونظرا لما يتميز به المناخ المصرى من شدة الضوء وارتفاع درجة الحرارة، فقد تعمد المهندس المصرى إلى تصغير الفتحات، وبذلك أصبحت الحوائط ذات مسطحات كبيرة سليمة، ليس فيها سوى فتحات الأبواب وفتحات صغيرة علوية ينبعث منها الضوء خافتا، الأمر الذى يزيد الجو رهبة وروعة.

ومن أهم ما تميزت به العمارة المصرية القديمة الضخامة وزيادة سمك الحوائط الخارجية وميلها إلى الداخل من أعلا، وكانت الحوائط تبنى بسمك يقل فى العرض كلما ارتفع البناء بحيث يبقى سطح الحائط من الداخل عموديا فيصبح السطح الخارجي مائلا مما يزيد فى قوة الحائط وثباته.

وبالرغم من أن المصريين القدماء لم يجهلوا طريقة التسقيف بالقبو، فلقد كانت أسقف المبانى عبارة عن بلاطات ضخمة من الحجر محملة على أعتاب ترتكز على الحوائط والأعمدة.. وقد كانت الأسطح أفقية نظرا لقلة الأمطار فى مصر، إلا أن أسطح بعض المعابد كان لها مجار ومزاريب لمنع تراكم المياه وسهولة صرفها.

هذا وقد انعدمت الحليات فى العمارة المصرية القديمة، ولا يوجد منها إلا الشغل المجوف والحزام الإسطوانى الذى يكون جزءا من الكورنيش الذى يدور حول المبنى. ويبدو أن الشريط البسيط الذى يفصل بين النقوش على الحوائط داخل المقابر والحجرات هو كل ما احتاجه المصريون القدماء من الحليات.. أما فيما يتعلق بالكرانيش، فقد كان قطاع الكورنيش الذى يتوج أعلا الحوائط مكون من قوس دائرة، بينما الكورنيش أعلا فتحات الأبواب والشبابيك فيتكون من قوس دائرة يمتد من أسفل بخط مستقيم إلى ان يلتقى بالحزام الإسطوانى.. وهذا الشكل مأخوذ من أطراف البردى. وأقدم أمثلة الكورنيش المصرى القديم هو ما يوجد أعلا حوائط آثار زوسر بسقارة. وقد أضيف بعد ذلك إلى الكورنيش من أعلا فى عصر العمارنة صف من الحيات المتلاصقة التى تحمل كل منها على الرأس قرص الشمس.

أما الأعمدة فقد كانت فى الأصل هندسية صرفة، ليس فيها من العناصر الطبيعية شيىء، ولكنها بعد ذلك بدأت تتصل بالوحدات الطبيعية كسعف النخيل وأزهار البردى واللوتس على النحو الاتى:

عمود سعف النخيل:

تاجه محلى بسعف النخيل ومفصول عن بدنه بـأربعة أشرطة أو خمسة ونراه فى معبد إدفو.

عمود اللوتس:

ويتركب جسم هذا العمود من حزمة مكونة من أربعة سيقان أو ستة مربوطة بعضها بالبعض الآخر برباط مكون من خمسة شرائط، ويدخل فى الحزمة بين السيقان الكبيرة سيقان أخرى صغيرة.

عمود البردى :

يشبه كثيرا عمود اللوتس ، إلا أنه مشتق من نبات البردى الذى يتميز بالسيقان البيضاوية .. وقد بدأ إستعمال هذا العمود فى الأسرة الخامسة واستمر مدة طويلة . ونراه فى معبد الأقصر ، كما نراه فى مقابر تل العمارنة .

عمود البردى المفتوح :

وكما كان المصريون يقلدون البردى المقفل ، كانوا فى هذا العمود يأخذون عن البردى المفتوح . التاج يشبه المظلة أو الناقوس المقلوب وأسفله محلى بوحدات زخرفية مثلثة الشكل وهذا النوع من الأعمدة نشاهده فى بهو الأعمدة بالكرنك .

وهناك عمود آخر يسمى عمود البردى الأملس ، نراه أيضا فى معبد الكرنك .

العمــود الحتحــورى .

يشبه فى شكله إحدى الآلات الموسيقية المصرية القديمة التى كانت متوجة للإلهة حتحور .. تاج هذا العمود على نوعين : بسيط ومركب ، وكلاهما محلى من جهاته الأربعة بتمثال لوجه الإلهة حتحور يعلوه تاج على شكل المنشور الرباعى .

العمود المركب :

يعتبر هذا العمود من أحسن ما أخرجته عبقرية المصريين القدماء ويرجع تاريخه إلى عصر البطالسة .. يتكون تاجه من طبقتين من البردى على شكل مضلع بعضها فوق بعض يتكون من مجموعها حزمة كبيرة . ونرى هذا العمود فى معابد فيلة بأسوان .

وكان المصريون القدماء يبنون بيوتهم وقصورهم من اللبن ، أما معابد الآلهة ومقابر الموتى فقد كانوا يختارون لها أفضل المواد وأقواها أو ينحتونها فى الصخر ليضمنوا لها الخلود على مر الزمن ، لذلك فقد كان للعمائر الدينية والجنازية أكبر الشأن فى العمارة المصرية ، وكانت منذ الدولة القديمة على الأقل على أوثق صلة بفنون النحت والنقش والتصوير إذ كانت تحلى جدرانها المناظر المختلفة منقوشة أو مصورة ، كما كانت تحتوى على كثير من التماثيل ، حتى أنه يمكن القول بأنه لم يكن يخلو معبد مصرى من نقوش وتماثيل ، بل كان يستحيل من وجهة النظر المصرية أن تستغنى العمارة الدينية والجنازية عن النحت والنقش والتصوير ، وأن التماثيل والنقوش والصور كانت جزءا من المعابد والمقابر المصرية بحيث لا يجوز اغفالها إذا أريد تقدير العمارة المصرية على أساس سليم .

العمارة الإغريقيـــة

مما لا شك فيه أن تقاليد العمارة والفنون الإغريقية قد نضجت واتضحت سماتها ومميزاتها فى بلاد الإغريق فى الفترة ما بين القرن السابع إلى القرن الرابع قبل الميلاد ، وهى الفترة التى اصطلح على تسميتها «بالهلينية» وتعد هذه الفترة أهم مراحل تطور العمارة والفنون الإغريقية التى بلغت أوج تطورها فى عصر المقدونيين ، وبخاصة فى عهد الإسكندر الأكبر .

وتتكون العمائر الهلينية التى بقيت شاهدا على شموخ الحضارة الإغريقية من عدد كبير من المعابد والمسارح والعمائر التى كان يجتمع فيها النواب والشيوخ ومجالس المجموعات المختلفة من الشعب والملاعب وساحات الرياضة والسباق والمقابر. ولم يبق من العمارة السكنية الإغريقية إلا أمثلة قليلة لا تكفى لإعطاء صورة جلية لتطور المسكن الإغريقي.

ويعد العمود الكامل بتاجه وقاعدته وتتويجته من أهم العناصر المعمارية التى يرجع الفضل إلى الفن الإغريقى فى إبتكارها إذ حظى بعناية كبيرة من حيث إعطائه نسبا معمارية جميلة ومن حيث التنويع فى اشكاله. ولقد تبلورت أشكال العمود الإغريقى فى ثلاثة أشكال أساسية هى: العمود الدورى (Doric) والأيونى (Ionic) والكورنثى (Corinthrian)، وهو الذى تطور منه العمود الكورنثى الروماني، واقتبسه الفن البيزنطى، وتطور من تاجه شكل كأسى إنتشر فى الفن الإسلامي وأصبح من مميزاته الرئيسية. ونجد أن ورقة الأكانثاس (Acanthus)، التى زين بها التاج الكورنثى الإغريقى قد لعبت دورا هاما فى كل العصور الفنية التالية إلى أن انتقلت إلى الفن العربى الإسلامي لتأخذ مكانا بارزا بين زخارفه النباتية.

ومن السمات البارزة فى العمارة الإغريقية إستخدام الأعتاب والأسقف المستقيمة وعدم إستعمال العقود المقوسة أو الدائرية. وقد ابتكر الفنانون الإغريق الكثير من الحليات المعمارية (Mouldings) وجعلوا من مثلث جمالون السقف عضوا معماريا يزيد من جمال واجهات المعابد والعمائر المختلفة وتفننوا فى زخرفة إطارات قممه المثلثة وفى ملء حشواتها بالنحت البارز الذى يمثل القصص والأساطير الإغريقية.

ومن حيث الزخارف النباتية إقتبس الفنان الإغريقى عناصر من الطبيعة ووضعها فى قالب زخرفى. وبجانب ورقة الأكانثاس أكثر الفنان الإغريقى من إستخدام المراوح النخيلية وأنصافها، وهى تسمى أحيانا «بالأنتيمون Anthemion». وأوراق اللبلاب والزيتون وثمار وأوراق العنب. أما الزخارف الهندسية، فقد استخدم الإغريق منها أشكالا متنوعة، أهمها الأشرطة الزخرفية من الخطوط المتكسرة (Frets) والصليب المعكوف (Swastika) والدوائر المتشابكة على هيئة جدائل (Guilloche)، إلى غير ذلك من الأنواع.

ومن الجدير بالذكر أن الفن الهليني * قد وجد فى منطقة الشام التاريخية مجالا خصبا إمتدت فيه جذوره ونما وازدهر ردحا طويلا من الزمن واكتسب فيها طابعا محليا إصطلح على تسميته «بالهلينستى»۲ نسبة إلى أصله «الهلينى» وقد دعم هذا الطابع إحتلال الرومان لمنطقة الشام وانتشار الفن الرومانى فيها، وهو الذى يعتبره جمهره مؤرخى الفنون مدرسة من مدارس الفن الهلينستى.

وفى مصر، لم يجد الفن الهلينستى تلك الفرصة التى وجدها فى الشام، فقد واجهته تقاليد فنية تأصلت جذورها فى وجدان شعب عريق فاندمج ما أتى به الإسكندر من فنون فى تلك التقاليد، ونتج عنها ما عرف بفنون البطالمة، خلفاء الاسكندر.

* ١) إصطلح على تسمية الفنون التى ازدهرت فى بلاد الإغريق فى الفترة ما بين القرن السابع إلى القرن الرابع قبل الميلاد بالفنون «الهلينية».

٢) إصطلح على تسمية الفنون التى نتجت عن امتزاج الفنون الهلينية بفنون الشرق القديم وخاصة فى منطقة الشام التاريخية فى الفترة التى أعقبت غزو الاسكندر الأكبر وحتى عام ٣١ ق. م بالفنون الهلينستية.

العمـــارة الرومـــانية :

أخذ الرومان بسياسة نقل الفنانين والصناع الإغريق إلى البلاد الإيطالية ، عندما تمكنوا من السيطرة على بلاد الإغريق إبتداء من عام ١٤٦ ق . م، ومن ثم قامت المدرسة الرومانية، التى تعد فى نظر الكثير من مؤرخى الفنون واحدة من أكبر مدارس الطراز الهلينى التى انتشرت فى أوروبا وآسيا وأفريقية .

ولقد كان من الطبيعى أن يعتمد الرومان فى بداية الأمر على تخطيط العمائر الهلينية ، كالمعبد والمسرح وحلبات السباق ، إلا أنهم أضافوا من وحى نظم الحياة الإجتماعية والسياسية بعد نضج الدولة الرومانية ورسوخ أقدامها أنواعا من العمائر لم تكن معروفة أيام الإغريق ... ومن أمثلة هذه العمائر نوع «البازيليكا» وهو يتكون من قاعة مترامية الإتساع تعقد فيها المحاكمات وتتم عقود التجارة والإتفاقات المالية بين جدرانها. ونوع «البازيليكا» هذا له أهمية خاصة من حيث إتخاذ تخطيطه لبناء الكنائس فى العصر المسيحى المبكر.

وظهر نوع جديد من العمائر فى العصر الرومانى ، هو الملعب أو الأمفتياترو (Amphitheatre) ويختلف الأمفتياترو عن المسرح الإغريقى فى كونه كان يستخدم لحفلات المصارعة والمبارزة بين الرجال أو بينهم وبين الوحوش الضارية . ومن أشهر أمثلته مبنى الكولوسيوم فى روما .

وازدادت عناية الرومان بحلبات السباق ، فأصبحت أكثر إتساعا وفخامة مما كانت عليه أيام الإغريق . وكثر تشييد النصب التذكارية على هيئة أقواس النصر من كتل معمارية ضخمة ، كما شيدوا للأغراض التذكارية أبراجا شاهقة على هيئة أعمدة، وكان بداخل العمود منها سلم حلزونى يصعد إلى قمته حيث يوجد تمثال من شيد له النصب . ومن أمثلة هذه الأبراج التذكارية عمود السوارى بالإسكندرية .

ومن أهم المبتكرات المعمارية الرومانية قناطر نقل المياه التى مازالت بقايا الكثير منها موجودة فى ايطاليا وفرنسا والأندلس وأقطار شمال إفريقية . وشيد الرومان كذلك قناطر العبور فوق الأنهار والأودية ، وكان لهم فى ذلك سبق كبير. ولعل العرب المسلمون قد اقتبسوا فكرة بناء قناطر المياه ، التى يوجد أمثلة منها فى مصر ، من أطلال القناطر الرومانية .

وشيد الرومان الحمامات العامة ، ومن أمثلتها حمامات كراكلا فى روما . وكانت هذه الحمامات ذات تخطيط مركب نواته ثلاث وحدات رئيسية هى : القاعة الباردة .. أى ذات الجو العادى (Apoditaruim or Frigidarium) والقاعة الدافئة (Tepidarium) ، أما الثالثة فهى القاعة الساخنة (Calidarium) . وكانت تحيط بتلك القاعات الرئيسية وحدات خلع الملابس والرياضة والتدريب ، فتتكون من الجميع كتلة بنائية ضخمة تغطي وحداتها الأقبية الطولية والمتقاطعة . ويحيط بها فضاء واسع من جهاتها الأربعة ، ثم يلف حولها سور ضخم قد تلحق به وحدات معمارية ثانوية أخرى . ولقد اقتبس المعماريون العرب المسلمون فكرة الوحدات الثلاث فى الحمامات التى ظهرت فى العمارة العربية المبكرة ، إلا أنهم أخضعوها للتقاليد الإسلامية. ومن أمثلة الحمامات الإسلامية حمام «الصرخ» الذى يوجد فى بادية الأردن ويرجع تاريخه إلى العصر الأموى .

ومن حيث العناصر والتفاصيل ، نجد أن الرومان قد أخذوا الكثير من الفنون الإغريقية ، ثم أدخلوا عليها أنواعا من التحوير والتصرف وأضافوا اليها عناصر وتفاصيل أخرى استنبطوها من طرز العمارة فى الشام والعراق وفارس .

وقد اعتمد الرومان على طرز الأعمدة الإغريقية مع بعض التصرف فى نسبها وتفاصيل تتويجاتها (Entablatures) وحلياتها ، وفى زخارف وتفاصيل التيجان والقواعد ، مما أكسبها طابعا رومانيا . ولقد أضاف الرومان إلى أنواع الاعمدة التى أخذوها عن الإغريق (الدورى والأيونى والكورنثى) ، نوعين جديدين ، أحدهما (التوسكانى) ، وهو اشتقاق مبسط من العمود الدورى ، وثانيهما العمود (المركب) ، ويجمع تاجه وقاعدته بين العناصر الرئيسية فى كل من الأيونى والكورنثى ، فأخذ من الأول حلزوناته الكبيرة وحلية البيضة والسهم أو البيضة واللسان ، التى كانت توضع بين الحلزونات ، ووضع كل ذلك فوق صفوف أوراق الأكانثاس التى يمتاز بها العمود الكورنثى . وقد اتجه الفنان الرومانى فى بعض الأحيان إلى إستبدال الحلزونات الكبيرة بعناصر من الكائنات الحية أو الحيوانات أو أجزاء منها . وابتكر الرومان عنصرا جديدا بمثابة كرسى (Pedestal) مرتفع ترتكز عليه قاعدة العمود .

ولقد أقبل الرومان ، على عكس أسلافهم الإغريق ، على استخدام العقود للفتحات والأقبية الطولية والمتقاطعة للحجرات والقاعات ، وكانت كلها من النوع ذى الشكل نصف الدائرى . واستخدم الرومان لتغطية المساحات الواسعة القباب ، التى كان يراعى فيها أن تكون ذات مسقط دائرى أو كثير الاضلاع تجنبا للأركان المثلثة التى تنتج عن وضع قبة فوق مكان مربع المسقط . ومن أمثلة ذلك معبد البانثينون فى روما . ولقد جرت العادة فى كثير من الحالات تزيين بواطن العقود والأقبية والقباب بحشوات غائرة من أشكال مربعة أو مثمنة .

ولو أن الفنانين الرومان قد استخدموا عناصر كثيرة من الزخارف الإغريقية ، من كائنات حية وهندسية ونباتية ، إلا أنهم أدخلوا عليها بطريقتهم الخاصة تحويرا وتصرفا ، ثم أضافوا اليها عناصر أخرى . وعلى سبيل المثال نجد أن سجل العناصر الزخرفية النباتية قد ازداد عدده بإضافة أنواع من الثمار والفاكهة ، كالرمان والصنوبر وسنابل القمح وأوراق العنب وعناقيدها . وقد لعب عنصر الأكانثاس دورا رئيسيا وهاما ، إذ انتشر إستعماله بشكل واسع وتدخل فى أغلب الزخارف ، واشتق الرومان منه ومن جزيئاته عناصر زخرفيه متعددة مثل الكؤوس والعروق المتموجة وغير ذلك .

العمارة المسيحية والبيزنطية :

كانت التقاليد الرومانية فى العمارة هى الركيزة التى اعتمد عليها المسيحيون الأوائل فى بناء صرح نهضتهم المعمارية . ونجد أنهم قد أخذوا تخطيطات الكنائس المسيحية الأولى من نماذج البازيليكا الرومانية بغير تغيير كبير . واشتركت أغلب الكنائس البازيليكية فى العصر المسيحى المبكر فى تخطيط يتكون من مستطيل يتوسطه مجاز عريض بطوله ، وينتهى فى صدره بحنية كبيرة ، ويكتنفه فى كل جانب رواق أو رواقان كل منهما أضيق فى العرض من المجاز الاوسط وأقل منه فى الإرتفاع ، مما يسمح بفتح نوافذ عليا على جانبى المجاز الاوسط . وفى كثير من الاحيان كان يتقدم الكنيسة فناء مكشوف (Atrium) تحيط به سقيفة فى كل جانب من جوانبه الأربعة وتفتح عليه من خلال بائكة . وفى أحيان أخرى تتقدم الكنيسة

سقيفة مدخل مستعرضة (Narthex) . وفى جميع الحالات تقريبا كان يشيد برج للنواقيس فى ركن أو جانب من الكنيسة ، وأحيانا أخرى كان يشيد لها برجان .

ولقد سار الأسلوب المسيحى فى تغطيات الأسقف فى إطار التقاليد الرومانية ، إذ اشتركت الكنائس فى العصر المسيحى المبكر فى استخدام الجمالونات الخشبية لتغطية الأسقف ، فيما عدا الحنيات التى غطيت من الداخل بأنصاف القباب . ولقد اختلف الطراز المسيحى المبكر فى هذا عن الطراز البيزنطى الذى تغلبت فيه التغطيات بالقباب وأنصافها وبالأقبية ، وذلك بتأثير التقاليد والأساليب المعمارية التى كانت منتشرة فى العمارة العراقية .

وفى عام ٣٣٠ ميلادية نقل قسطنطين عاصمة الإمبراطورية الرومانية إلى مدينة بيزنطة ، التى كان الإغريق قد أسسوها مستعمرة لهم فى نحو عام ٦٦٠ ق . م . وأطلق قسطنطين اسم « روما الجديدة » على عاصمته الجديدة ، إلا أن إسمه قد غلب عليها فنسبت إليه . وأخيرا غير العثمانيون إسمها عند استيلائهم عليها فى عام ١٥٤٣ إلى إستانبول . ولقد ترتب على إنتقال العاصمة إلى بيزنطة أن أصبح القيصر على صلة مباشرة بحضارات الشرق ، ومن ثم أخذ يتوسع فى استخدام الفنانين والعمال الشرقيين من القبط والفرس والإغريق المستوطنين هناك . ولقد كان لذلك كله الأثر الكبير فى إضعاف التقاليد الرومانية التي نقلها قسطنطين معه إلى بيزنطة .

وعلى أية حال ومهما تعددت روافد العمارة البيزنطية ، فقد تميزت باستخدام القباب وأنصافها والأقبية الطولية والمتقاطعة . وفى كل الأحوال تقريبا كانت توضع قبة رئيسية فوق الجزء الأوسط من المسقط ، سواء كان مكونا من مستطيل أو صليب أو من شكل هندسى مضلع منتظم . وكانت تحاط تلك القبة بقباب ثانوية أو بأنصاف قباب توضع فوق وحدات أخرى من المسقط تحيط بالجزء الأوسط الذى تتركز عليه الأهمية فى المسقط والواجهات .

واشتق البيزنطيون من تيجان الأعمدة الرومانية وقواعدها أنواعا أخرى ، فقد تصرفوا فى زخارف الأكانثاس فى تيجان الأعمدة ، واختزلوا عدد صفوفها وأخرجوا بعضها على هيئة تنحنى مع هبوب الريح (Wind swept) وتطورت من التاج الكورنثى أنواع أخرى بعضها مبسط والبعض الآخر مركب وأضيفت الطيور إلى التيجان ، وخاصة اليمام أو الحمام لصلتهما الرمزية بالمسيح . واستحدث البيزنطيون نوعا جديدا من التيجان على هيئة السلة المكونة من عصابات متشابكة .

ولقد اتجه الفنان البيزنطى إلى التوسع فى تزيين الجدران من الداخل وبواطن الأسقف بالزخارف والصور الملونة على الملاط أو المرسومة بالفسيفساء .

أما الزخارف البيزنطية فقد تطور أكثرها من الزخارف الرومانية الإغريقية أو من الساسانية أو من مزيج من الإثنين . وانتشرت الزخارف الهندسية فى الطراز البيزنطى ، ومن أهمها الأشكال المكونة من دوائر ومضلعات منتظمة تتصل فى بعض التكوينات بواسطة عقد أو أنشوطات متشابكة (Interlacing) . وتدخلت الأفكار الهندسية فى التكوين الزخرفى للموضوعات النباتية ، إذ اتجه الفنانون فى العصر البيزنطى نحو إخضاع الزخارف النباتية لتوزيعات هندسية . وانتشر إستخدام عناصر

الكائنات الحية بين العناصر الزخرفية مثل الحمام والطاووس والأسماك وأنواع أخرى من الحيوانات .

ومن أهم مايلفت النظر فى الطرز المعمارية البيزنطية نزوع فنانيه فى أحيان كثيرة إلى التغالى فى التكوينات المعمارية والزخرفية من حيث الأحجام والإسراف فى استخدام الألوان والتذهيب .ولقد كان كل ذلك على حساب القيم والنسب الفنية المثلى التى كان يضعها الفنانون فى العصور الهلينستية والرومانية فى المقام الأول .

العمارة الساســانية

اتصلت طرز العمارة والفنون فى الشمال الشرقى من شبه الجزيرة العربية بالفنون الإغريقية عندما اتجه الإسكندر المقدونى بحملته نحو الشرق واحتل منطقة العراق ثم فارس وشمال الهند حاملا تقاليد الفن الهلينى إلى كل تلك المناطق . ومع الوقت طغت تقاليد هذا الفن الوافد على الفنون المحلية التى كانت قائمة فى العراق وفارس فى العصر الأخامينى ، الذى جاء بعد العصر الأشورى وأخذ عنه الكثير من تقاليده .

وعندما توفى الإسكندر الأكبر خلفه فى حكم تلك المنطقة أحد قواده الإغريق ، رأس الأسرة السلوقية ، التى بدأت حكمها فى عام ٣١٢ ق . م وانتهت حين بدأ العصر الفارثى فى عام ٢٤٨ ق . م .

ولو أن تقاليد الفنون الهلينستية قد سادت ردحا من الزمن فى تلك البقاع ، إلا أنه ومنذ أواخر عهد السلوقيين أخذت الفنون المحلية تشتد وتقوى وتصبغ التقاليد الهلينستية بالصبغة المحلية . ولقد برز هذا الإتجاه فى أثار العصر الفارثى التى لازالت قائمة فى خرائب مدينة الحضر التى تقع على بعد نحو ٩٠ كيلو مترا إلى الجنوب الغربى من الموصل .

ومنذ إنتهاء العصر الفارثى فى العراق عام ٢٢٦ ميلادية سار الفن الساسانى بخطى حثيثة فى طريق التطور نحو طابع وطنى واضح المعالم والمميزات . وعلى الرغم من بقاء بعض الرواسب الهلينستية ، نجد أن الفنانين الساسانيين قد عالجوها بطريقة شرقية ومزاج عراقى واضحين .

ولقد كان للتكوينات الجيولوجية تأثيرها البارز فى تشكيل طابع العمارة الساسانية فى كل من العراق وتابعتها فارس ، التى كانت مستعمرة عراقية . إذ تسببت ندرة الأحجار وأشجار البناء ثم وفرة الطمى فى العراق فى أن يسود أسلوب البناء بالآجر أو اللبن فى معظم أنحائه . أما فى بلاد فارس فقد سار أسلوب البناء هذا جنبا إلى جنب مع أسلوب البناء بالحجر ، وذلك حسب وفرة كل منها فى المناطق المختلفة من تلك البلاد .

ولقد استخدم البناؤون فى العصر الساسانى فى فارس مونة الجص فى ربط الكتل الحجرية ، التى كانت تسوى سطوحها بغير عناية ، لذلك درجوا على تغطية أسطح الجدران بطبقة من ملاط الجص لإخفاء تلك العيوب ، ثم ساروا فى نفس الإتجاه وتوسعوا فى زخرفة الجدران بالزخارف الجصية ، التى أصبحت من سمات العمارة الساسانية .

واشتركت أغلب العمائر الساسانية ، سواء ماكان منها مشيدا بالحجر أو الآجر ، فى تسقيفها بالأقبية . وكانت تغطى البحور الواسعة بطريقتين ، الأولى بأقبية تمتد بطول القاعة أو الإيوان . وجرت العادة أن يكون القبو فى هذه الحالة من النوع نصف البيضى . ومن أهم أمثلة هذا الأسلوب إيوان « طاق كسرى » فى المدائن جنوبى بغداد . أما الطريقة الثانية فهى تتلخص فى تغطية هذه البحور الواسعة بعقود عرضية متساوية توضع بعرض القاعة أو الإيوان وتتوالى وراء بعضها فى الإتجاه الطولى ويملأ مابين كل عقدين بقبو عرضى يسير بين الجدارين الجانبيين و يرتفع مركز نصف دائرته فوق قمتى العقدين اللذين يحصرانه . و بهذه الطريقة تبدو القاعة وكأنها قد سقفت بقبو طولى كبير ينقسم إلى جملة عقود متوالية تفصل بينها أقبية عرضية . ومن أبرز أمثلة هذا الأسلوب « طاق إيوان » أو « إيوان كرخا » فى مدينة الكرخ .

وابتكر الساسانيون طريقة خاصة بهم للإنتقال من زوايا ركن المربع إلى دائرة القبة ، على خلاف طريقة المثلثات الكروية التى انتشرت فى العمائر الشامية فى القرون الميلادية المبكرة . وتتلخص الطريقة الساسانية فى وضع حنية فى كل ركن على هيئة قبو نصف دائرى أو نصف بيضى يتضاءل قطره كلما قرب من ركن المربع .

ومن الظواهر المعمارية التى يمتاز بها الفن الساسانى كثرة استعمال الحشوات أو الدخلات فى الواجهات ، وقد توجت أغلب هذه الدخلات بالعقود فى صفوف تعلو بعضها . وكان الغرض من هذه الحشوات زخرفيا أكثر منه إنشائيا . ومن أمثلة هذا الأسلوب الزخرفى مايوجد فى واجهة « طاق كسرى » وقصر « فيروز أباد » .

واستخدم الساسانيون أنواعا قليلة من العقود ، كان أكثرها العقد نصف الدائرى ، كما عرفوا العقد شكل حدوة الفرس . و ينسب إلى العصر الساسانى أقدم مثل مرجح التاريخ للعقد حدوة الفرس فى معمدانية مار يعقوب فى مدينة نصيبين و يؤرخ بعام ٣٥٩ ميلادية .

وابتكر الساسانيون نموذجا جديدا من تيجان الأعمدة يجمع بين الهرم والمخروط الناقص فى وضع مقلوب ، إذ يبدأ التاج فوق البدن مباشرة ومقطعه مستدير تماما كاستدارة البدن ثم يزيد قطر التاج كلما ارتفع مع تحول محيطه الدائرى إلى شكل يجمع بين الدائرة والمربع .. أو بمعنى آخر يتحول المحيط إلى مربع مستدير الأركان . وتقل إستدارته كلما زاد حجم التاج وارتفع إلى أن ينتهى إلى مربع كامل قائم الزوايا فى سطحه العلوى .

واستخدم المعماريون فى العصر الساسانى الحليات المعمارية (Mouldings) واقتبسوا بعضها من أصول هلينستية ، ولكنهم طوروها بطريقتهم الخاصة وأكسبوها طابعا محليا . ولعل من أهمها حلية «الكأس البصيلية» والتى تطورت من حلية الكأس الإغريقية والرومانية (Cyma) . ولقد صارت حلية الكأس البصيلية هى الشكل الرئيسى لحليات العمائر الإسلامية فى أكثر العصور من البداية إلى النهاية ، وخاصة للطنف التى تتوج واجهات العمائر ، ولكن بعد أن اكتسبت شكلا إسلاميا خالصا . ومن زخارف الحليات زخرفة الخرز والأقراص (Beads and fillet) ، ومنها حليات السبحة المثقوبة ، ومنها أيضا الإطارات المكونة من عقود صغيرة متلاصقة تسمى فصوص (Lobes) ، وقد اقتبسها المسلمون فى العصر العباسى وطوروها وعددوا من أشكالها وأصبحت من العناصر المميزة للزخارف الإسلامية المعمارية ، وخاصة فى المغرب الإسلامى . ومن الزخارف المعمارية الساسانية

التى انتقلت إلى الفن العربى الإسلامى عنصر الشرافات المسننة المعروفة منذ العصور القديمة فى فارس والعراق وأواسط آسيا وانتشر استعمالها فى الفن الساسانى فى أطراف العمائر العليا .

العمـــارة الإســـلامية

امتدت الإمبرطورية الإسلامية من الهند وآسيا الوسطى شرقا إلى الأندلس و بلاد المغرب غربا ، ومن جنوب إيطاليا وصقلية شمالا حتى بلاد اليمن جنوبا .. ولقد كان من الطبيعى أن تتنوع فى القرون الطويلة التى ازدهر فيها الفن الإسلامى طرز العمارة الإسلامية وأن تختلف وتتميز عن بعضها فى أقاليم الإمبرطورية الإسلامية بما يلائم تأثيرات البيئة ، خاصة وأن البلدان التى دانت بالإسلام كانت مهدا لحضارات شامخة استقرت فى وجدان شعوبها .

ولقد تفاعل العرب المسلمون مع شتى الأساليب الفنية التى سبقتهم ثم طبعوها بطابع دينهم الجديد وتمكنوا فى النهاية من إنشاء فن متميز عن الفنون التى سبقته ظل مستمرا من خلال الحقب التاريخية المتعاقبة حتى نهاية العصر العثمانى .

وقد إختلفت الزخارف والحليات فى العمارة الإسلامية عن مثيلاتها فى الطرز الأخرى ، حيث كانت هذه الزخارف والحليات مشتقة من روح الإسلام وأصالته وتعاليمه التى تقضى بتحريم التماثيل والأصنام ، فاهتم المسلمون بدراستها وعنوا بالاخراج والتكوين الزخرفى . وفى نهاية الأمر تمكن الفنان المسلم من خلق مدرسة فنية ثابتة الأركان مميزة الأسلوب نتجت عنها هذه الأشكال العربية الأصيلة ، التى عرفها العالم بإسم «الأرابسك» .

وظهر أثر هذا الإتجاه الزخرفى فى تحسين وتهذيب الخطوط الكوفية القديمة وفى أشكال المشربيات وتجميع الخشب وأعمال الخرط فى المنابر والمحاريب والتطعيم بالسن والعاج والأبنوس .

وإذا أريد التعرف على الأسس التى قامت عليها الفنون والعمارة الإسلامية ، فلا بد أن تتجه الأنظار إلى مصادر ثلاثة هى :

١ ـــ الفنون المسيحية الشرقية .
٢ ـــ الفن الساسانى فى إيران والعراق .
٣ ـــ الفن القبطى فى مصر .

أما الفنون المسيحية فى الشرق فقد تأثرت بأساليب الفنون الهلينية ، فقد كانت بلاد الشام عامرة بالمبانى التى ترجع إلى الطراز الهلينى ، فنقل عنها المسلمون بعض أساليب العمارة والزخرفة .. كما كانت الأساليب الفنية الهلينية والإيرانية منتشرة فى أقاليم الشرق الأدنى قبل ظهور الإسلام بقرون طويلة ، والواقع أنه كان هناك تمازج بين الفنين الإيرانى والهلينى منذ فتح الإسكندر الأكبر الشرق الأدنى فى نهاية القرن الرابع قبل الميلاد ، حيث تسربت إليه الأساليب الفنية الهلينية ، بينما قامت فى إقليم بكتريا (أفغانستان الحالية) فنون مشبعة بالروح الهلينية الممزوجة بأساليب الفنين الهندى والساسانى .

وقبل الفتح الإسلامى لوادى النيل كان الفن القبطى مزدهرا فى مصر، وهو مدرسة أو طراز من طرز الفن البيزنطى.. ولما حل المسلمون العرب فى مصر ظلوا لعدة قرون حريصين على الإشتغال بالأمور الحربية والدينية دون سواها وتركوا الصناعة والتجارة لأهل البلاد، وظلت الفنون والصناعات فى أيديهم حتى تدرجت أساليبهم الصناعية شيئا فشيئا وأصبحت فى العصر الفاطمى فنا إسلاميا الى حد كبير.

العمارة الإسلامية فى مصر

كان لعوامل المناخ والبيئة أثرا واضحا فى تصميم العمائر فى مصر، فمناخ مصر الذى يمتاز بقلة سقوط الأمطار شتاء وبشدة الحرارة صيفا، قد صرف النظر عن جعل سقوف المنشئات المعمارية مائلا، وكذلك روعى إيجاد مساحات مظللة لتلطيف درجة الحرارة.. ونظرا لشدة الضوء فقد جعلت الفتحات ضيقة نسبيا بالنسبة لمساحات الحوائط الخارجية، وهذه كلها سمات وخصائص ميزت العمارة المصرية منذ أقدم عصورها.

ولقد كان من الطبيعى أن تتفاعل العمارة الإسلامية فى مصر مع هذه العوامل، فوجد الملقف فى تصميم الدور الإسلامية كوسيلة لتخفيف حرارة الغرف الداخلية، كما روعى وضع الغرف حول فناء مكشوف تتوسطه نافورة للمياه لترطيب الجو.

ولقد ظفرت مصر بما تخلف فيها من مجموعات معمارية وطرز فنية تمثلت فيها مختلف التأثيرات الحضارية التى صاحبت العصور الإسلامية التى تعاقبت على حكمها من الفتح الإسلامي سنة ٦٤١ م. إلى سنة ١٨٧٨م. وتشاهد هذه الآثار ممثلة لكافة الأغراض التى انشئت من أجلها، ما بين مساجد وأضرحة ومدارس وقياسر وخوانق وأسبلة وكتاتيب ومشاهد وأحواض لشرب الدواب وقناطر لتوصيل المياه وقصور وحمامات ووكالات للتجارة وقلاع وأسوار وأربطة ومبان عسكرية وبيمرستانات.. وتتلخص الأغراض التى أنشئت من أجلها تلك الآثار فيما يلى:

المسجد:
وهو مكان لإقامة الشعائر الدينية والصلاة.

الضريح:
وهو مكان الدفن فى بعض البلاد الإسلامية، وكانت بعض الأضرحة على شكل قاعة مربعة لها باب فى كل جانب، كما هو الحال فى أضرحة السبع بنات، وتعلوها قبة.. وقد أخذ هذا التصميم عن أول ضريح فى البلاد الإسلامية بهذا الشكل، وهو قبة الصليبية فى سامرا.. وكانت المقابر فى إيران على شكل أبراج إسطوانية وقد يعلوها فى بعض الأحيان سقف مخروطى الشكل.

المشهد:
ويطلق هذا الإسم على المكان الذى يدفن فيه الشهيد، وأحيانا يوضع فيه نصب تذكارى.. ويطلق على المشهد فى بعض الأحيان إسم «المزار». ولقد كان المشهد الذى بناه عبد الملك بن مروان فى «قبة الصخرة» سنة ٧٢هـ، هو أول مشهد فى البلاد الإسلامية.

الربـــاط :

وهو نوع من المبانى العسكرية كان يسكنه المجاهدون الذين يدافعون عن حدود الإسلام ، وأهمها فى شمال أفريقية ، ومعظمها أبنية مستطيلة الشكل وتوجد فى أركانها أبراج للمراقبة .. ولما زالت عن الأربطة صفاتها الحربية إتخذها الصوفيون بيوتا للعبادة .

المبانى العسكريـــة :

وهى تتمثل فى القلاع والأسوار وأغلبها فى مصر والشام وإيران والمغرب الأقصى .

الخوانـــق :

جمع خانقاه أو (خانكاه) ، وهى كلمة فارسية أطلقت على البيوت التى أقيمت منذ القرن الخامس الهجرى لإيواء الصوفية ثم أنشئت فى عهد الأتراك العثمانيين (التكايا) ـ جمع تكية ـ لإيواء الدراويش المنقطعين للعبادة .

السبيل والكتاب :

كان السبيل فى الأصل ملحقا فى أحد أركان المسجد للشرب ، وفى أغلب الأحيان كان يعلوه مكان لتحفيظ الأطفال القرآن الكريم يعرف بالكتاب ، ثم أصبحت هذه الأبنية بعد ذلك منفصلة كما هو الحال فى سبيل عبد الرحمن كتخدا المعروف بالنحاسين .

البيمارســتانات :

ومعناها بيوت المرضى أو المستشفيات بوجه عام وليست مستشفيات الأمراض العقلية فقط كما هو مفهوم فى الوقت الحاضر. ومن أمثلتها بيمارستان قلاوون ضمن مجموعته المعمارية الشهيرة بالنحاسين التى ضمت ضريحه ومدرسته ومسجده .

الخانات والوكـــالات :

الخانات هى الفنادق أما الوكالات فكانت أبنية ضخمة يأوى اليها المسافرون والقوافل ، وكانت فى العادة تحتوى على مداخل مشيدة من الأبراج والعقود الشاهقة مما يكسبها عظمة وفخامة .. وكان للخان فناء تربط فيه دواب المسافرين ، وفى الدور الأرضى غرف مفتوحة على الفناء أو الصحن تودع فيها المتاجر ، وأخرى تطل على الشارع الخارجى وتؤجر كحوانيت للتجارة تعلوها غرف للسكنى .

الأســـواق أو القياسر :

فى بعض المدن الإسلامية كانت الأسواق مظهرا من مظاهر العمارة إمتازت بأقبيتها وعقودها ، وفى بعض الأحيان كانت تسمى قياسر (جمع قيسارية) . ومثال لذلك موجود فى القاهرة ودمشق وحلب وتونس وفاس وأصفهان وإستامبول .

الحمامـــات :

وقد روعى فى تصميم الحمامات وجود ثلاث قاعات : باردة ، ثم دافئة فساخنة حتى لا تؤذى المستحم عند الإنتقال من الجو البارد إلى الحار أو العكس ، وكانت القاعات تسخن عن طريق مد أنابيب النار تحت أرضيتها ، وكانت مواسير الماء الحار والبارد تجرى فى جدران تلك الحمامات وتحت أرضيتها . ومن الأمثلة المبكرة فى الإسلام لتلك الحمامات ما وجد فى قصير عمرا

وفى حمام الصرخ فى بادية الشام.

القصــــور :

عنى المسلمون بتشييد عدد كبير من القصور فى أغلب بقاع العالم الإسلامى. وقد كانت البيوت الكبيرة والقصور فى عهد المماليك والأتراك فى مدينة القاهرة تشمل طابقا أرضيا للرجال (سلاملك) وطابقا علويا للحريم (حرملك)، كما لوحظ أن أغلب القاعات المهمة التى كانت فى الطابقين تطل على الجهة البحرية لاستقبال النسيم عند اشتداد الحرارة صيفا.

البـــاب الأول

المواد المستخدمة فى البنـــاء

مقـــــدمـــــة :

تطورت فنون العمارة وتنوعت تفاصيلها وطرزها فى الحضارات القديمة بما يلائم تأثيرات البيئة فى حياة أهل هذه الحضارات .. وقد تمايزت الطرز المعمارية فى الحضارات القديمة لارتباطها بالخصائص المناخية والموقع الجغرافى والتكوينات الجيولوجية والمعتقدات الدينية فى كل بلد من بلدان العالم القديم .. ومن بين هذه العوامل نجد أن لمواد البناء المتوفرة فى بيئة ما أثر واضح فى الأشكال المعمارية التى سادت فى هذه البيئة ، حتى أنه يقال أن استبدال مادة بناء بأخرى يقتضى عادة تعديل طراز البناء أو تغيير نسبة ، ولا يكون البناء جميلا متكاملا إلا إذا كان بين طرازه والمادة التى يبنى بها توائم واتساق .

وفى مصر ، كانت مواد البناء الأولى مما كان ينمو فى وادى النيل من أعواد النباتات من البردى والغاب والسمار ومن فروع الشجر ، وقد وجد فيها المصريون القدماء مواد مناسبة لإقامة أكواخهم البدائية بما كان يوائم إحتياجاتهم وما كانوا يملكون من أدوات .

وبعد أن مارس المصرى القديم حرفة الزراعة فى العصر الحجرى الحديث وبعد أن اهتدى إلى صلاحية الطمى الذى يجلبه النيل إلى مصر لصناعة قوالب الطوب اللبن ، بدأت فى ظل الرزق الذى كفلته الزراعة ومع تعدد الحرف مرحلة جديدة من مراحل تطور العمارة المصرية القديمة ، وهى مرحلة عمارة الطوب اللبن . فقد عثر فى قبر بالمحاسنة يرجع إلى عصر «نقادة الثانية» على نموذج صغير من الصلصال الجاف لمسكن مستطيل الشكل مبنى من اللبن يعتقد أن بعديه الحقيقيين كانا ٨ أمتار طولا ، ٥ر٧٠ من الأمتار عرضا . وكانت واجهته مائلة الجوانب يزداد اتساعها فى أسفلها عن اتساعها فى أعلاها لمساعدة رصات اللبن على الثبات وتخفيف الضغط العلوى عليها ، وتوسطها مدخل ضيق صنع قائماه الجانبيان وعتبه العلوى من الخشب وظهرت له شراعة علوية لدخول النور. وكان داخل المسكن عبارة عن فناء وبضع حجرات جانبية وربما قامت فى حجراته دعائم خشبية طويلة للمساعدة فى حمل سقوفها المسطحة .. وظلت قوالب اللبن المنتظمة الشكل مستخدمة فى بناء البيوت والقصور وأسوار المدن وبعض المعابد خلال العصور التاريخية نفسها .

ومع أن المصريين القدماء صنعوا اللبن منذ أواخر عصر ما قبل الأسرات فإنهم لم يستخدموه محروقا إلا فى العهود المتأخرة على خلاف غيرهم من الشعوب القديمة ، وخاصة البابليين ، وذلك لوفرة الأحجار المختلفة فى مصر وقلة مواد الحريق بها .

وكان الملاط فى المبانى من اللبن هو الطين ، وهو أصلح المواد لهذا الغرض ، ولا يزال يستخدم فى مبانى اللبن حتى الوقت الحاضر. وكانت الجدران من اللبن تطلى أيضا بطلاء من طين ، وكان نوعين ، نوع خشن يتكون من طمى النيل العادى ، ونوع جيد يتكون من خليط طبيعى من طين دقيق الحبيبات وحجر جيرى ، كان يؤخذ من جيوب فى سفح الهضبة ويسمى فى الوقت الحاضر«الحيب» . وكان المصريون القدماء فى كثير من الحالات يغشون طلاء الطين بطلاء آخر من الجبس لإعداد سطح صالح للتصوير والنقش عليه .

ودخلت العمارة المصرية القديمة المرحلة الثالثة من مراحل تطورها على يد «ايمحوتب» ، الذى استخدم الحجر لأول مرة على نطاق واسع فى بناء مقبرة ملكه زوسر وتوابعها فى منطقة سقارة .. ومن يومها وجد المصريون القدماء فى الأحجار ما يكفل لمبانيهم الخلود فاستغلوها أكبر استغلال . وكان الملوك يوفدون البعثات إلى أسوان وأماكن مختلفة فى الصحراء الشرقية لجلب الأحجار اللازمة للبناء واستخدموها على نطاق واسع ، الأمر الذى ميز العمارة المصرية القديمة على عمارة البلاد الأخرى وخاصة

عمارة بابل وآشور، حتى ليقال أن مصر وطن البناء بالحجر.

وكان الحجر الجيرى الذى يتوفر بكثرة فى الهضاب المتاخمة لوادى النيل فى الشرق والغرب من إسنا إلى القاهرة هو حجر البناء الرئيسى فى الدولة القديمة. ومنه نوع جيد يمتاز بصلادته ودقة حبيباته فى طرة والمعصرة جنوبى القاهرة وفى منطقة الجبلين جنوب أرمنت بقليل. ولجودة هذا النوع من الحجر الجيرى كان يستخدم فى تكسية الأهرامات والمصاطب الكبيرة، وتبنى به الدهاليز والقاعات وخاصة ما كانت جدرانها تنقش بالصور.

وكان الملاط المستخدم فى مبانى الحجر هو ملاط الجبس. ورغم وفرة الحجر الجيرى فى مصر فإن المصريين لم يستخدموا ملاط الجير قبل العصر الرومانى، ولعل ذلك يرجع إلى قلة الوقود فى مصر، إذ يحتاج حرق الجير إلى درجة حرارة أعلى كثيرا من حرق الجبس.

ولم يكن الغرض من استخدام ملاط الجبس فى المبانى الحجرية التى شيدها المصريون بكتل كبيرة من الحجر ربط الأحجار بعضها ببعض، لأن فى ثقل الكتل الحجرية ما يغنى عن ذلك، وإنما كان لملء الفجوات الدقيقة فى السطوح العليا للأحجار التى تحمل أثقالا كبيرة فى جدران عالية، ولتوزيع ما يقع عليها من ثقل، الأمر الذى يجنبها التشقق ويكفل لها التماسك الكامل. وربما كان الغرض منه أيضا تيسير تحريك الأحجار الثقيلة ووضعها فى مكانها من البناء، ولتحقيق ذلك كله كان ملاط الجبس يتسخدم سائلا بدرجة كبيرة (لبانى)، حتى أنه عند جفافه لم يكن يتجاوز أن يكون أكثر من طبقة رقيقة. وكانت الجدران والسقوف تطلى بطلاء من الجبس، وكان هذا الطلاء يستخدم كذلك فى علاج ما قد يوجد فى الجدران من العيوب وفى تسوية سطوحها قبل نقشها والتصوير عليها.

وقد استخدم حجر الجرانيت فى بعض معابد الدولة القديمة لتكسية الجدران وتسقيف القاعات وأطر الأبواب والأبواب الوهمية والتماثيل والنواويس والتوابيت.. وكان يؤتى بالجرانيت من أسوان وخاصة من جزيرة الفنتين، ومنه الأحمر الوردى والأشهب والأسود. ومن نقوش الملك أوناس ما يمثل نقل أساطين وكرانيش من جرانيت أحمر لمعبدى هرمه بسقارة.. إلا أن صعوبة تسوية سطوح الجرانيت لم تشجع كثيرا على استخدامه فى نطاق واسع، وإن كانت الدولة القديمة اكثر العهود التى استخدم فيها.

واستخدم المصريون الحجر الرملى فى البناء على مدى واسع منذ أواسط الأسرة الثانية عشرة حتى العهد الرومانى. وقد يسرت إمكانية إتخاذ أحجار طويلة منه، إستخدامه فى الدولة الحديثة فى تسقيف مساحات عريضة، وإقامة قاعات، وأبهاء واسعة، ومبانى ضخمة، مما كان له أثر واضح فى العمارة المصرية. ومن أمثلة ذلك فى معبد الكرنك صحن بهو الأساطين الذى يبلغ عرضه تسعة أمتار. وقد استخدم الحجر الرملى أيضا فى صناعة التماثيل والتوابيت والنصب. ويتوفر الحجر الرملى فى التلال الممتدة من وادى حلفا إلى كلابشة فى بلاد النوبة ثم من أسوان إلى إسنا، وكانت أهم محاجره فى جبل السلسلة، شمال أسوان بنحو ٧٠ كيلو مترا وذلك بين إدفو وكوم امبو.

وكان حجر الكوارتزيت أحد الأحجار الجميلة التى استخدمها المصريون، وهو حجر رملى صلد متبلور ذو لون يميل للإحمرار، ويوجد فى الجبل الأحمر شمال شرقى القاهرة بنحو عشرة كيلو مترات، وفى منطقة الجبلين. وقد صنعوا منه أعتاب بعض الأبواب ونحتوا منه بعض غرف الدفن، ومن ذلك غرفة دفن الملك امنمحات الثالث، كما صنعوا منه بعض التوابيت

والتماثيل .

واستخدم المصريون القدماء فى مبانيهم كأحجار مساعدة المرمر المصرى (الكلسيت) وهو من الأحجار الرخوة ذات اللون الأبيض أو الأبيض الضارب للصفرة ، ويشبه المرمر ولكنه يختلف عنه فى التركيب ، ويتميز بدقة حبيباته وصلاحيته للصقل الجيد . ويوجد فى مصر فى أماكن من الصحراء الشرقية وخاصة بالقرب من حلوان ، وفى جنوب شرقى العمارنة . وقد استخدمه المصريون فى رصف أرض بعض المعابد وتكسية بعض الجدران وفى بناء بعض الجواسق والمقصورات . وصنعوا منه موائد للقربان ونواويس وتماثيل وتوابيت .

ومن الأحجار المساعدة أيضا حجر البازلت ، وهو حجر صلد أسود أو أشهب قاتم ، وكان يستخدم فى رصف أرض بعض المعابد وفى بناء سافلات الجدران .

ولم تكن أشجار مصر تصلح لتزويد العمائر بما كانت تحتاج إليه من أخشاب ، وذلك لأن أشجار الأثل والجميز ، وإن كانت قد استخدمت فى صناعة بعض الأثاث والمراكب ، إلا أنها لا توفر ألواحا طويلة من الخشب.وأشجار النخيل ، وإن كانت قد أفادت كثيرا كدعائم للسقوف وفى تسقيف القاعات ، كما هو الحال الآن فى ريف مصر ، فهى لا تيسر إتخاذ ألواح منها ، لذلك اضطر المصريون إلى تسقيف القاعات فى وقت مبكر بالأقباء التى كان يستخدم الطوب اللبن فى بنائها .

وقد اضطر المصريون منذ بداية عصر الأسرات على الأقل إلى استيراد أخشاب الأرز والصنوبر والسرو من سورية ولبنان . وساعد الخشب على استقامة السطوح فى العمارة المصرية ، وإن كان من القاعات ما ظل يسقف بقبو من اللبن . وأقدم ما سجله التاريخ عن استيراد الخشب أن سنفرو أرسل إلى شواطىء شرق البحر الأبيض المتوسط أربعين سفينة لجلب الأخشاب منها ، وهى أول بعثة بحرية معروفة فى التاريخ القديم .

الفصل الأول

مواد البنـــاء الأساســـية

تتوقف طبيعة مواد البناء المستعملة فى بلد ما على عوامل كثيرة، أهمها المناخ، ودرجة تحضر الشعب، ونوع المواد التى يمكن الحصول عليها .

وقد مر بنا من قبل أن المصريين فى العصور القديمة قد استعملوا أعواد نباتات البردى والغاب والسمار وفروع الشجر فى اقامة أكواخهم البدائية، وأنهم فى مرحلة تالية استعملوا الطين فى تدعيم جوانب هذه الأكواخ، ثم بدأوا عندما عرفوا خواص الطين فى إقامة عمائر الطوب اللبن، وأنهم لجأوا أخيرا إلى الحجر المتوفر فى صحراواتهم واستعملوه فى إقامة مبانيهم عندما تمكنوا من صنع أدوات قطع الحجر النحاسية، وعندما توفرت لهم الخبرة التى يستلزمها استخراج الكميات الكبيرة منه ونحتها .

وسوف نتناول فيما يلى المواد الأساسية التى استخدمها المصريون القدماء فى إقامة مبانيهم، وهى الطوب والحجر.

الطـــوب

كانت مصر من أكثر دول العالم القديم معرفة بصناعة الطوب . و يرجع تاريخ أقدم لبنات وجدت بمصر إلى عصر ما قبل الأسرات، فهناك على سبيل المثال، طوب نقادة بالوجه القبلى والطوب الذى استعمل فى تبطين جدران مقبرتين ملكيتين فى أبيدوس (العرابة المدفونة) بمحافظة سوهاج، كما أن الطوب كثير الشيوع فى مقابر عصر الأسرتين الأولى والثانية فى كل من سقارة وأبيدوس .. و يوجد فى أبيدوس أيضا حصن مهدوم من الطوب من عهد الأسرة الثانية لا تزال جدرانه قائمة حتى الآن و يبلغ ارتفاعها نحو ٣٥ قدما (١ — ٨٨)°.

وكان الطوب، كما هو الحال فى أيامنا هذه، يصنع من طمى النيل، الذى تتكون منه جميع الأراضى الزراعية .. وهو خليط من الطين والرمل ويحتوى على كميات قليلة من المواد الغريبة العضوية . وتختلف نسبة مكونيه الأساسيين (الطين والرمل) باختلاف أماكن وجوده . وعلى كمية الطفل تتوقف خاصتا اللدونة والتماسك فى الطين، فعندما تكون النسبة المئوية للطفل عالية فإن الطين يتماسك دون حاجة إلى إضافة أية مادة رابطة، فإذا زادت نسبة الطفل فى الطين عن الحد اللازم المناسب فإن الطين لايكون وافيا بالغرض، إذ أن الطوب الذى يصنع منه يجف ببطء شديد، و يتقلص و يتشقق و يفقد شكله أثناء التجفيف. ولقد أدرك المصريون القدماء هذه الخاصية فى الطين، ولذلك نجد أنهم قد أضافوا إلى مثل هذا الطمى الرمل أو

° سوف يتبع فى تثبيت المراجع على المتن الأسلوب الآتى :
يوضع المرجع فى مكانه من المتن بين قوسين، بحيث يكون رقم المرجع حسب ترتيبه فى قائمة المراجع على اليمين يليه شرطة أفقية ثم يأتى رقم الصحيفة .

التبن المقرط، كما أنهم قد أضافوا أيضا التبن إلى الطين الذى يحتوى على نسبة قليلة من الطفل ليعمل كمادة رابطة، لأنهم أدركوا أن مثل هذا الطين لا يتماسك بالدرجة الكافية بعد تجفيفه .. وقد ذكرت التوراه عادة المصريين فى استعمال التبن لصنع الطوب .. وعلى أية حال وكيفما كان الأمر فإن التبن المقرط الذى استخدم قديما ولا يزال يستخدم حتى الآن، لا يعمل فقط كمادة رابطة، بل يزيد أيضا فى متانة الطين ولدونته ولا سيما إذا خلط به جيدا وترك الخليط بعض الوقت قبل الإستعمال .

وكان الطوب يصنع قديما فى قوالب خشبية مماثلة تماما للقوالب التى تستخدم حتى الان .. والطريقة التى كانت متبعة فى صنعه هى نفس الطريقة المتبعة حاليا كما يظهر من قالب وجد فى كاهون ونماذج مصغرة من القوالب عثر عليها أيضا وكانت خاصة بأغراض جنائزية، ومن صورة على جدران مقبرة من عهد الأسرة الثامنة عشر بجبانة طيبة .

ويتفاوت حجم الطوب المصرى القديم تفاوتا كبيرا، فبعضه يكاد يتساوى فى أبعاده مع الطوب الجديث، بينما البعض الآخر كبير الحجم جدا، وتوجد فى المتحف المصرى بالقاهرة لبنتان تبلغ أبعاد كل منهما على وجه التقريب ٩٦,٥ × ٥٣,٣ × ٣٠,٥ سم .

وطبقا لما هو متفق عليه حتى الآن فإن الطوب المحروق لم يستعمل بصفة عامة فى مصر قبل العصر الرومانى على أن بيترى يذكر عدة حالات قليلة جدا استخدم فيها الطوب المحروق فى جزء من أساسات مبنى من عصر الأسرتين التاسعة عشر والعشرين فى بلدتى نبشة ودفنة ، إلا أنه يعود فيقول إن الطوب المصرى «كان يندر حرقه قبل العصر الرومانى» (١ ــ ٩٠) .

الحجـــــر

مع أن المصريين القدماء قد استعملوا الكتل الحجرية السائبة التى انفصلت من الجروف بفعل عوامل طبيعية، منذ العصر الذى يسمى اصطلاحا بعصر ما قبل الأسرات، فى صنع الأوانى الحجرية والأشياء الأخرى الصغيرة نسبيا، إلا أنه لم يكن فى الإمكان الشروع فى استخراج الأحجار على نطاق واسع لاستعمالها فى أغراض البناء قبل صناعة الأدوات النحاسية التى استخدمها المصريون القدماء فى قطع ونحت الحجر. ويذكر ألفريد لوكاس فى كتابه «المواد والصناعات عند قدماء المصريين» أنه يكاد يكون من المحقق أن صناعة استخراج الأحجار فى مصر القديمة بدأت فى سقارة عندما اتجه المصريون إلى قطع الحجر الجيرى اللين فى عمليات نحت المقابر (١ ــ ١٠٨).

وكمدخل للحديث عن أهم أنواع الحجر التى استخدمت فى البناء فى مصر القديمة وهى الحجر الجيرى والحجر الرملى والجرانيت، الذى استخدم بقدر أقل كثيرا، ثم المرمر، الذى كان يستعمل من وقت لآخر، والبازلت والكوارتزيت، وحتى نتفهم مقومات تكوينها وخواص مادتها أرى أنه من الضرورى الإلمام ببعض الأسس العلمية التى تتناول نشأة هذه المواد مبتدئا ببعض التعريفات الأساسية لبعض المسميات التى يكثر استخدامها فى هذا المجال حتى نتبين دلالتها الحقيقية وهى :ـ

المعـــدن : (Mineral)

وهو مادة طبيعية غير عضوية تتميز بتركيب كيميائى وبللورى محدد، كما أنها تتميز فى معظم الحالات بخواص كيميائية وفيزيائية ثابتة .. وقد توجد أحيانا فى صورة غير متبلورة .. مثال ذلك معادن الكلسيت والسيليكا والهيماتيت .

الحجـــر : (Stone)

وهو مادة طبيعية توجد عادة فى صورة كتل ضخمة. وتتكون بصفة أساسية من معدن واحد مع نسب صغيرة ومتفاوتة من

معادن أخرى مثال ذلك الحجر الرملى والحجر الجيرى .

الصخـــــر : (Rock)

وهو مادة طبيعية تتكون من عدد قليل من معادن أساسية ونسب صغيرة متفاوتة من معادن أخرى ثانوية .. مثال ذلك صخور البازلت والجرانيت .

وتختلف الصخور المكونة للقشرة الأرضية اختلافا كبيرا حسب ظروف النشأة، ولكنها بصفة عامة تندرج تحت ثلاث أقسام رئيسية هى :

الصخـــور الناريـــة :

يتكون باطن الأرض من مواد منصهرة، وفى أثناء الحركات الأرضية أو من خلال مناطق الضعف والشروخ أو عند حدوث البراكين تندفع هذه المواد المنصهرة التى يطلق عليها إسم «الماجما» إلى الطبقات السطحية من القشرة الأرضية، وعندما تتجمد يتكون منها ما يعرف بالصخور النارية .

والواقع أن معظم الصخور النارية يتم تكوينها داخل القشرة الأرضية ثم تظهر على سطح الأرض بفعل عوامل التعرية أو أثناء الحركات الأرضية، وبذلك تنقسم الصخور التى تتكون عند تجمد «الماجما» إلى قسمين رئيسيين هما :

- الصخور البركانية أو الخارجية Volcanic or Extrusive rocks
- الصخور البلوتينية أو الداخلية Polutonic or Intrusive rocks

وتتكون الماجما المنصهرة من عناصر ثمانية أساسية هى : الأكسيجين والسيليكون والألومنيوم والحديد والكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم، بالإضافة إلى نسب صغيرة متفاوتة من باقى العناصر.. ويؤدى تبلور المعادن من الماجما إلى تركيز العناصر النادرة والعناصر الموجودة بنسب صغيرة وبعض المواد المتطايرة فى الجزء الذى يظل منصهرا أو سائلا من الماجما، ولذلك فإنه ينتج من الماجما بجانب الصخور النارية العروق المعدنية التى تتكون فى الشروخ الموجودة بالقشرة الأرضية والينابيع الساخنة.

وتنقسم المكونات المعدنية للصخور النارية إلى معادن فاتحة اللون (Leucocratic) وتشمل الكوارتز وسليكات الألومنيوم لعناصر الصوديوم أو البوتاسيوم أو الكالسيوم، ومعادن قاتمة اللون ((Milanocratic)) وتشمل مجموعة من معادن سليكات الألومنيوم لعناصر الحديد والماغنسيوم .. ويعتبر التركيب المعدنى للصخور النارية بسيطا، حيث أنها تتكون من سبع مجموعات من معادن أساسية (٣)*، وهى :ـــ

- مجموعة الكوارتز أو السيليكا Quartz or Silica
- مجموعة الفلســـبار Feldspars
- مجموعة الفلسباثويد Feldspathoid
- مجموعة البيروكســـين Pyroxene
- مجموعة الهورنبلنـــد Hornblende
- مجموعة البيوتيت أو الميكا Biotite or Mica
- مجموعة الأوليفين Olivine

* أرقام المراجع التى لم تنشر، سوف توضع حسب ترتيبها فى قائمة المراجع، فى أماكنها من المتن بين قوسين .

بالإضافة إلى مجموعة صغيرة من المعادن المساعدة مثل الماجنتيت والإلمنيت والأباتيت (Magentite, Limenite and Apatite) .

والجدير بالملاحظة أن المجموعات السبعة المذكورة لا يمكن أن تتواجد معا فى نفس الصخر، بل إن البعض منها لا يمكن أن يتواجد مع البعض الآخر.. وعلى سبيل المثال فإن الكوارتز ومجموعة الفلسباثويد أو الأوليفين لا يمكن أن يتواجدا معا، حيث يتفاعل الكوارتز مع مجموعة الفلسباثويد مكونا مجموعة البلاجيوكليز ((Plagioclase))، ومع مجموعة الأوليفين مكونا مجموعة البيروكسين (Pyroxene) .. وأحيانا تتكون الصخور النارية بصفة أساسية من مجموعة واحدة مع وجود نسب صغيرة من المجموعات الأخرى .

ولقد أثبتت الدراسات التحليلية لأكثر من ٧٠٠ عينة من الصخور النارية أن المتوسط التركيبى لهذه الصخور هو:

١٢ ٪ من الكوارتز
٦٠ ٪ من الفلسبار
١٦ ٪ من البيروكسين والهورنبلند
٤ ٪ من البيوتيت
والنسبة الباقية تتكون من بعض المعادن الثانوية

وتنقسم الصخور النارية تبعا لنسبة وجود السيليكا بها إلى نوعين : صخور نارية حمضية وصخور نارية قاعدية، والجرانيت على سبيل المثال من الصخور النارية الحمضية إذ يحتوى على أكثر من ٦٦٪ من السيليكا، بينما البازلت من الصخور النارية القاعدية، إذ يحتوى على أقل من ٥٢٪ من السيليكا، وبينهما توجد أنواع كثيرة من الصخور النارية التى تختلف فى تركيبها المعدنى وخواصها الطبيعية (٣) .

الصخور الرسوبية :

تنشأ الظروف التى تتكون فيها الصخور الرسوبية نتيجة للفعل المتبادل بين الغلاف الجوى والغلاف المائى من جهة والقشرة الأرضية من جهة أخرى .

وعندما تتعرض الصخور النارية لفعل الرياح والمياه فإنها تتحول إلى حبيبات صغيرة، خاصة وأنها بطبيعتها أقل ثباتا فى مواجهة الظروف السائدة على سطح الأرض لكونها تكونت أصلا عند درجات حرارة مرتفعة وأحيانا تحت ضغط عال .

ونظرا لأن فعل الرياح والمياه ينطوى على عاملين، أحدهما ميكانيكى والآخر كيميائى، فإن الصخور الرسوبية تكون عادة على هيئة طبقات غير متجانسة إلى حد كبير فى مكوناتها المعدنية وخواصها الطبيعية وتركيباتها الجيولوجية (٣) .

وتبعا لظروف الترسيب فإنه يمكن تقسيم الصخور الرسوبية إلى قسمين رئيسيين هما :

- **الصخور الرسوبية التى تكونت ميكانيكيا Mechanical Sedementary Rocks**

وتشمل الصخور الرسوبية التى تكونت من المعادن الأولية التى قاومت عمليات التحول والتى حملتها الرياح ثم ترسبت دون حدوث تغير فى تركيبها الكيميائى أو البللورى . ومن أمثلتها الرمال والحجر الرملى. وكذلك الصخور الرسوبية التى تكونت من المعادن التى جرفتها المياه بطريقة ميكانيكية ثم ترسبت عندما قلت مقدرة المياه على الحمل. ومن أمثلتها الطفلة والرواسب الطينية .

- **الصخور الرسوبية التى تكونت كيميائيا** Chemical Sedementary Rocks

وتشمـــــل :

١) الترسيبات المائيـــة (Hydrolysates)

عندما تذيب المياه بعض المكونات المعدنية للصخور النارية وتحملها فى صورة محاليل، فإنه يحدث عادة أن تترسب فى الشقوق والفجوات أو بين طبقات الصخور الموجودة فى القشرة الأرضية مكونة نوعا مميزا من الصخور الرسوبية يمثل أهمية كبيرة من الناحية الاقتصادية والمعدنية.

مثال ذلك سليكات الحديد والبوكسيت (Bauxite) والطران والأوبال (Opal)

٢) الأكاســـيد (Oxidates)

تكون ظروف الترسيب بصفة عامة مؤكسدة نتيجة لوجود الأكسيجين سواء فى الجو أو فى المياه. ونتيجة لذلك توجد بعض الصخور الرسوبية على صورة أكاسيد.

مثال ذلك أكاسيد الحديد والمنجنيز التى تتميز بها جبال سيناء والصحراء الشرقية.

٣) الترسيبات الاختزاليـــة (Reduzates)

وتشمل جميع خامات الكبريتيدات ورواسب الكبريت والفحم والبترول.

٤) الترسيبات البحرية (Marine Precipitates)

ونتيجة للتغير فى المعدل الأس الهيدروجينى (PH Value) لمياه البحار والمحيطات يترسب ما تحمله من المركبات الكربونية والفوسفاتية ويحدث أن ترسب معها بعض مخلفات الكائنات البحرية شاهدا على النشأة البحرية لهذه الصخور مثال ذلك الحجر الجيرى والدولوميت والأراجونيت وخامات الفوسفات.

٥) الترسيبات التبخيرية (Evaporates)

وتشمل ترسيبات الأملاح على اختلاف أنواعها. ومثال ذلك الأملاح البحرية (كلوريد الماغنسيوم وكلوريد الصوديوم وكبريتات الصوديوم) والأملاح الغير بحرية (كلوريد البوتاسيوم وكربونات الصوديوم).

الصخور المتحولـــة :

تشمل الظروف التى تتكون فيها الصخور المتحولة مجموعة العمليات التى تنشط بعيدا عن مناطق التعرية، وهى عادة تكون مصحوبة بارتفاع كبير فى درجة الحرارة والضغط.. ويترتب على ارتفاع درجات الحرارة والضغط بالإضافة إلى عوامل جيوكيميائية أخرى التأثير فيزيائيا وكيميائيا على مجموعة المعادن المكونة للصخور النارية والرسوبية، مما يؤدى إلى تحول هذه المعادن إلى معادن أخرى أكثر ثباتا وملائمة للظروف الجديدة. وعلى ذلك تعتبر الحرارة والضغط والعوامل الجيوكيميائية المنشطة القوى الأساسية لعمليات التحول.

ومن المعروف علميا أن درجة الحرارة تزداد كلما ازداد العمق، وأنها تزداد بواقع ٣٠ درجة مئوية مع الكل زيادة فى العمق مقدارها كيلو متر واحد. كذلك تزداد الحرارة فى المناطق المجاورة لصهور الماجما النشيطة. أما الزيادة فى الضغط فإنها تحدث إما بسبب الزيادة فى العمق أو بفعل الحركات الأرضية الجانبية. ونجد أن الصخور التى تتعرض لفعل الضغوط المتساوية التى تصاحب الزيادة فى العمق تتميز بتركيب حبيبى غير مرتب (Random granular Structure) ووجود معادن

عـالـيـة الـكثافة، أما الصخور التى تتعرض للضغوط الجانبية أو المواجهة التى تصاحب الحركات الأرضية، فإنها تتميز بتركيب طبقى أو صفائحى (Bedding oR Layer Structure) (٣).

وبصفة عامة فإنه يمكن تقسيم الظروف التى تتكون تحتها الصخور المتحولة الى نوعين أساسيين هما:

- **التحول المحدود الناتج عن الإتصال المباشر [Contact Metamorphism]**

ويحدث هذا التحـول فى الصخور المجاورة للماجما النشطة أو الماجا المتداخلة.. وتعتمد درجة الحرارة وبالتالى درجة التحول على مدى قرب أو بعد هذه الصخور عن الماجما النشطة وعلى حجم الماجا المتداخلة.. ومن المنطقى تبعا لذلك حدوث اختلاف فى التركيب المعدنى لهذه الصخور كلما بعدنا عن المصدر الحرارى وهو الماجا.

وتـتـمـيـز الصخور المتحولة التى تكونت بهذه الطريقة بالكثافة العالية والتركيب الحبيبى، وفى بعض الحالات بوجود معدن أو اثنين فى شكل بللورات كبيرة الحجم.. وتسمى هذه الصخور عادة بأسماء المكونات المعدنية الأساسية الموجودة فيها. مثال ذلك البيروكسين والأمفيبول (Pyroxenes and Amphiboles)

- **التحول على نطاق مناطق واسعة [Regional Metamorphism]**

ويتم التحول فى هذه الحالة على نطاق مناطق شاسعة قد تبلغ آلاف الأميال.. وتتميز الصخور المتحولة التى تكونت بهذه الطريقة بالتجانس فى التركيب المعدنى والكيميائى.. وأمثلة هذا النوع من الصخور المتحولة ومكوناتها المعدنية هى :

١) **معادن الكلوريت والبيوتيت والكيانيت وما يماثلها** **Chlorite, Biotite and Kyanite etc**
وتتكون نتيجة لتحول الرواسب الطفلية .

٢) **صخور النيس والشست** **Gneisses and Schists**
وهى تـتـمـيـز بالتركيب الصفائحى التبادلى السميك (Thick alternative foliated structure)، بين المعادن الأساسية الفـاتحة اللون مثل الكوارتز والفلسبار والمعادن القاتمة اللون مثل معادن سليكات الحديد والماغنسيوم.. وتوجد أنواع أخرى من صخور الشست والنيس تتميز بالتركيب الصفائحى الدقيق (Fine foliated structure) مع وجود صفائح واضحة من معادن الميكا والكلوريت . وفى هذه الحالة فان هذه الصخور تسمى بأسماء هذه المعادن .. مثال ذلك :

النيس البيوتيتى (Biotite gneisses)
والشست الكلوريتى أو الهورنبلندى (Chlorite or hornblend schists)

٣) **صخور الاردواز**
وتتكون نتيجة لتحول الصخور ذات الحبيبات الدقيقة عندما تتعرض لتأثير ضغط قوى هادىء

٤) **حجر الرخـــام**
ويتكون نتيجة لتحول الأحجار الجيرية والدولوميتية

٥) **صخور الكوارتزيت**
وتتكون نتيجة لتحول الحجر الرملى الخالص

٦) أحجار الصابون والحية (Serpentene and steatite)
وتتكون نتيجة لتحول الصخور العالية القاعدية (Ultrabasic) .
ونعود الآن للحديث عن أهم الأحجار التى استخدمت فى مصر القديمة لأغراض البناء وهى :

الحجر الجيرى

يتكون الحجر الجيرى بصفة أساسية من كربونات الكالسيوم (كربونات الجير) مع نسب صغيرة متغيرة من مواد أخرى مثل السيليكا والطفل وأكسيد الحديد وكربونات المغنسيوم . وتتباين الأنواع المختلفة من الحجر الجيرى تباينا كبيرا فى درجة الصلادة ، وهو يوجد بوفرة كبيرة فى مصر فتتكون منه التلال التى تحد وادى النيل ممتدة من القاهرة إلى مابعد إسنا بقليل أى على امتداد مسافة تزيد عن ٥٠٠ كيلو مترا ، كما أنه يوجد فى أماكن متفرقة فيما بين إسنا ومنطقة تبعد عن اسوان ، فوجد مثلا عند بلدة فارس بالقرب من السلسلة على الشاطىء الغربى للنيل عند رنجامة بالقرب من كوم امبو على الشاطىء الشرقى ، وهو موجود فى جهات أخرى كالمكس بالقرب من الإسكندرية وضواحي السويس .

وقد استمر استخدام الحجر الجيرى فى بناء المقابر والمعابد حتى منتصف الأسرة الثامنة عشرة عندما استبدل به بوجه عام الحجر الرملى ، ولو أنه ظل يستعمل أحيانا كما فى معبدى سيتى الأول ورمسيس الثانى بأبيدوس وكلاهما من الأسرة التاسعة عشرة . وفضلا عن استعمال الحجر الجيرى فى البناء فإن عددا كبيرا من المقابر من جميع العصور قد نحتت فى صخر فى التلال والجبال .

وقد كان الحجر الجيرى يستخرج عادة من المنطقة التى تجاور المكان الذى سيستخدم فيه مباشرة ، إلا أن أفضل أنواعه كان يحصل عليها من مناطق خاصة ، وكثيرا مايشار إلى مثل هذه المحاجر فى النصوص القديمة ، مثال ذلك محاجر طرة والجبلين وتشاهد الكتابات القديمة على صخورها حتى اليوم ..وعلى سبيل المثال فقد بنى الجانب الأكبر من أهرام الجيزة من أحجار قطعت من الهضبة التى بنى فوقها .. ونجد فى حجر هذه الأهرامات مايميز نوعه ومصدره فهو يحتوى على كثير من البقايا العضوية المتحجرة ومن الأصداف ، وبذلك فإنه يتطابق مع حجر الهضبة التى تقوم الأهرامات فوقها . ويرجح الفريد لوكاس أن التجاويف الكبيرة المجاورة للأهرامات هى المقالع التى حصل منها على هذا الحجر ، ويرى أن التجويف الذى يقوم فيه تمثال أبوالهول هو أحد هذه المقاليع .

أما الأحجار التى استخدمت فى تغشية الهرمين الأكبرين ، وهما هرما خوفو ومنقرع ، والجزء العلوى للهرم الثالث ، وهو هرم منكاورع، فإنها وإن كانت جيرية كباقى الأحجار التى استخدمت فى البناء ، إلا أنها من نوع آخر يمتاز بحبيباته الدقيقة وبخلوه من البقايا العضوية المتحجرة . ولما كان هذا النوع لا يوجد فى المنطقة المجاورة فلابد أنه جلب من مكان آخر، ويكاد يكون محققا أنه جلب من محاجر طرة على الضفة المقابلة (١ ــ ٩٥) .

وكانت مقابر الدولة القديمة ومعابدها التى استخدم فى بنائها الحجر الجيرى تقام غالبا فى ضواحى منف العاصمة ، حيث كان الحجر الجيرى من النوع الجيد الصالح للبناء وللنقش والتصوير عليه وافرا ، فى حين أنه عندما انتقل النشاط المعمارى إلى الجنوب فى عهود الأسرة الثامنة عشرة وما تلاها من أسر استخدم الحجر الرملى ، نظرا للنقص الكبير فى محاجر الحجر الجيرى الجيد بالقرب من طيبة ووفرة الحجر الرملى فى ضواحيها (١ ــ ٩٥) .

الحجر الرملى

يتكون الحجر الرملى بصفة أساسية من رمل الكوارتز الناشىء عن تفكك الصخور الأقدم عهدا منه ملتصقا بعضه ببعض بفعل نسب صغيرة جدا من الطفل وكربونات الكلسيوم واكسيد الحديد أو السيليكا .

ويكون الحجر الرملى التلال الواقعة على جانبى نهر النيل فيما بعد إسنا إلى مايقرب من أسوان وفيما وراء أسوان بين كلابشة ووادى حلفا ، أما الحد الشمالي لمناطق الحجر الرملي فيوجد بالقرب من السباعية بين إسنا والمحاميد .

ولم يستخدم الحجر الرملى بوجه عام قبل نحو منتصف عهد الأسرة الثامنة عشرة ، ولو أنه لم يكن إذ ذاك مادة جديدة على المصريين القدماء تماما ، بل كان قد سبق استعماله فى العصر العتيق بهيراكنبوليس على نطاق ضيق وفى صورة كتل طبيعية من الحجر غير المنحوت أو المنحوت نحتا خشنا فقط ، كما استخدم أيضا فى عهد الأسرة الحادية عشرة فى أساسات قاعة الأعمدة بالمعبد الجنائزى للملك منتوحتب بالدير البحرى وفى تبليطها وأعمدتها والأعتاب المرتكزة على تلك الأعمدة وبلاطات السقف والحيطان بها (١ ــ ٩٧) .

وكانت أهم محاجر الحجر الرملي القديمة بجبل السلسلة الذي يقع على النيل على بعد يقدر بنحو أربعين ميلًا شمال أسوان بين إدفو وكوم أمبو ، وهذه المحاجر متسعة جداً وبها من الكتابات ما يمتد تاريخه من عهد الأسرة الثانية عشرة إلى العصرين اليوناني والروماني (١ ــ ٩٧) .

وهناك محاجر رملية قديمة أخرى فى بلدة سراج على بعد عشرين ميلا جنوب إدفو وفى قرطاس ببلاد النوبة على مسافة قدرها نحو خمسة وعشرين ميلا جنوب أسوان . وقد استغلت المحاجر الأخيرة من نحو عهد الأسرة الثلاثين إلى العصور الرومانية لاستخراج الأحجار التى استخدمت فى بناء معابد قرطاس وفيلة .

واستخرجت الكمية الكبيرة من الحجر الرملى التى استخدمت فى معابد الكاب من التلال المجاورة وهو نوع ردىء جدا ، غير أن الحجر الذى استعمل فى بناء معبد تحتمس الثالث هو من نوع أفضل وربما كان قد أوتى به من مكان آخر . أما الأحجار التى استخدمت فى بناء معابد النوبة ، فقد استخرجت من المنطقة المجاورة مباشرة للمواقع التى أقيمت هذه المعابد عليها . وتوجد محاجر صغيرة قديمة فى دابود وطفح وبيت الوالى (١ ــ ٩٩) .

الجرانيـــــت

يطلق مسمى الجرانيت على طائفة كبيرة من الأحجار المتبلورة البركانية الأصل .. ولو أن أحجار الجرانيت غير متجانسة فى تركيبها ، إلا أنها تتركب فى جملتها من معادن مختلفة ، ولاسيما الكوارتز والفلسبار والميكا البيوتيتية (Biotite mica) والهورنبلند فى بعض الأحيان والأوجايت (Augite) فى أحيان أخرى . ومن الخصائص المميزة للجرانيت وفرة معدن الكوارتز به .. ويمكن بالعين المجردة مشاهدة أهم مكوناته المعدنية .

واستخدم الجرانيت في البناء من أوائل عصر الأسرات فصاعداً ، وكان يستعمل غالباً في تبطين الغرف والممرات وأطر الأبواب .. وقد أشار هيرودوت إلى استعمال الجرانيت في هرم خفرع فقال : «ان أدنى طبقة فيه هي من حجر أثيوبي (نوبي) مرقش» . ونوه عدة كتاب بكسوة هرم منكاورع الجرانيتية ، فذكر هيرودوت «انها من حجر أثيوبي (نوبي) إلى ما يبلغ نصف إرتفاعها» وقال ديودورس : «كانت الجوانب فيما يبلغ

ارتفاعه خمس عشرة طبقة (مدماكا) من رخام أسود مثل رخام طيبة، أما الباقي فكان من نفس حجارة الأهرام الأخرى» وكتب استرابو «أنها بنيت من قاعدتها إلى ما يقرب من وسطها بحجر أسود.. يجلب من مسافة بعيدة أى أنه يأتي من جبال أثيوبيا (النوبة)، ولما كان صلدا صعب التشكيل، فقد كانت أشغاله تتكلف نفقة عظيمة» وذكر بليني «أنها بنيت من الحجر الأثيوبي» (١ — ١٠٠).

والواقع أن الجرانيت الوردى ذو الحبيبات الخشنة الذى يوجد بكثرة فى أسوان هو أكثر أنواع الجرانيت استخداما فى مصر القديمة، حيث استخدم قديما فى جميع الأغراض. وقد استخدم أيضا بقدر ضئيل الجرانيت الأشهب، وخاصة النوع الأشهب القاتم جدا.

والجرانيت موزع فى مصر فى أماكن متباعدة، ويوجد بوفرة فى أسوان وفى الصحراء الشرقية وسيناء وبقدر صغير فى الصحراء الغربية.

وتوجد أهم محاجر الجرانيت القديمة بأسوان فى موضعين أحدهما فى الجنوب من المدينة على بعد نحو كيلو متر منها، والآخر فى شرق النجد الذى تقوم عليه، غير أن هناك أيضا محاجر أخرى أصغر بجزيرتى إلفانتين وسهيل وفى مواضع أخرى. وقد أشارت النصوص القديمة من عهد الأسرة السادسة إلى المحاجر فى أسوان وإلفانتين والشلال الأول، كما أشارت إلى محجر فى أبهت لم يتعرف عليه. وتشير النصوص دائما إلى استعمال الجرانيت فى البناء وفى أغراض أخرى (١ — ١٠١).

وقد عرف من أنواع الجرانيت، بالإضافة إلى جرانيت أسوان نوعان: أحدهما النوع الأحمر الذى كان يحصل عليه من وادى الفواخير بين قنا والقصير، وربما كان استخدامه فى عصر متأخر، يعتقد وايجل (Weigall) أنه العصر الرومانى، أما النوع الآخر فهو الجرانيت الأسود والأبيض الذى كان يستخرجه الرومان من جبل الدخان بالصحراء الشرقية لتصديره الى الخارج.

المرمـــــر

يقصد بالمرمر عادة كبريتات الكلسيوم، إلا أن الحجر الذى استخدم بكثرة فى مصر القديمة، والذى يسمى أيضا مرمرا، هو من مادة مختلفة تمام الإختلاف، وهو كبير الشبه بالنوع الأول من حيث المظهر، غير أنه يختلف عنه من حيث التركيب الكيميائى، إذ يتكون من كربونات الكلسيوم، والمرمر المصرى من وجهة النظر الجيولوجية عبارة عن كربونات كلسيوم متبلورة، وهى مايطلق عليها إسم معدن الكالسيت (Calcite)، وان كان يسمى خطأ فى بعض الأحيان أراجونيت (Aragonite)، إذ أن الأراجونيت وإن كان له نفس تركيب الكالسيت الكيميائى، إلا انه يختلف عنه من حيث شكل البللورات والثقل النوعى.

وقد استخدم المرمر فى مصر القديمة فى عمليات البناء، وخاصة فى تبطين الممرات والغرف، لاسيما الهياكل منذ عصور الأسرات الأولى حتى عصر الأسرة التاسعة عشرة على الأقل.. وعلى سبيل المثال فإنه يرجح أنه قد استعمل فى غرفة بهرم سقارة المدرج (الأسرة الثالثة)، وفى غرفة بمعبد الوادى الخاص بالملك خفرع (الأسرة الرابعة) وفى معبده الجنائزى وفى تبليط دهليز وفناء كبير وممر بمعبد أوناس الجنائزى بسقارة (الأسرة الخامسة)، وفى تبليط الجزء الأوسط من معبد تيتى الجنائزى بسقارة (الأسرة السادسة)، وفى هيكل معبد سنوسرت الأول بالكرنك (الأسرة الثانية عشرة)، وفى هياكل معابد أمينوفيس الأول وأمينوفيس الثاني وتحتمس الرابع على التوالى وكلها بالكرنك (الأسرة الثامنة عشرة)، وفى تبطين دهليز مؤد إلى البحيرة المقدسة بالكرنك (الأسرة الثامنة عشرة)، وفى هيكل رمسيس الثانى بأبيدوس من الأسرة التاسعة عشرة (١ — ١٠٣).

ويوجد المرمر فى سيناء وفى مواقع شتى بالصحراء على الشاطىء الشرقى للنيل . وأهم محاجر المرمر التى استغلت قديما هى المحجر الموجود فى وادى جراوى بالقرب من حلوان ، ويرجع تاريخه إلى الدولة القديمة والمحاجر الموجودة فى المنطقة الممتدة من قرب المنيا إلى مابعد اسيوط بقليل ، ودلائل الإستغلال ظاهرة فى مواضع كثيرة فى هذه المنطقة التى توجد فيها أهم المحاجر القديمة . وتقع هذه المحاجر عند حاتنوب على مسافة نحو خمسة عشر ميلا شرقى مدينة العمارنة القديمة ، وكثيرا مايشار إليها فى النصوص القديمة ، ويوجد بها من الكتابات مايرجع تاريخه إلى الفترة الممتدة من الأسرة الثالثة حتى عهد الأسرة العشرين . وتوجد فى أحد محاجر المرمر الصغيرة بالقرب من العمارنة كتابات يرجع تاريخها إلى عهد الأسرة التاسعة عشرة . وتوجد بمحجر آخر صورة بارزة غير متقنة ربما كانت من العصر الرومانى . وهناك محجر يقع فى وادى أسيوط ، وقد استغل فى أول عهد الأسرة الثامنة عشرة ثم أعيد فتحه فى عهد محمد على .

وكان المرمر المصرى معروفا لدى ثيوفراستوس (القرن الرابع إلى القرن الثالث قبل الميلاد) وبلينى (القرن الأول الميلادى) وأثينيس (القرن الثانى إلى القرن الثالث بعد الميلاد) .

البـــــازلت

البازلت صخر أسود ثقيل مندمج تبدو فيه غالبا جسيمات دقيقة براقة ، وهو يتكون من مجموعة من المعادن تكون بللوراتها فى البازلت الحقيقى من الدقة بحيث لايمكن تمييزها بعضها عن بعض إلا بالمجهر . أما أنواعه الأكثر خشونة والتى يمكن التعرف على مفردات مكوناتها المعدنية بالعين المجردة فهى من الدولريت ، على أنه ليس هناك حد فاصل يفرق بين هذين النوعين تفريقا تاما ، فما البازلت ذو الحبيبات الخشنة ، كما يقول ألفريد لوكاس ، إلا دولريت دقيق الحبيبات .

وكان البازلت يستخدم بكثرة فى عصر الدولة القديمة فى التبليط ، فقد عثر على بعض كتل تبليط من البازلت فى الهرم المدرج من عهد الأسرة الثالثة بسقارة وفى المقبرة الكبيرة المجاورة له . وقد صنع تبليط المعبد الجنائزى لهرم خوفو بالجيزة من البازلت .

والبازلت موزع فى مصر على نطاق واسع ، وهو يوجد فى منطقة أبو زعبل ، وفى الشمال الغربى من أهرام الجيزة وراء قرية كرداسة ، وفى الصحراء الواقعة بين القاهرة والسويس ، وفى الفيوم ، وفى الجنوب الشرقى من سمالوط بالوجه القبلى ، وفى أسوان، وفى الواحات البحرية ، وفى الصحراء الشرقية وسيناء .

ومن المحتمل أن البازلت الذى استخدم بكثرة فى الدولة القديمة فى الجبانة الممتدة من الجيزة إلى سقارة كان يحصل عليه من المناطق المجاورة . وتشير جميع الشواهد إلى أن الفيوم كانت مصدره ، ففيها محجر بازلت يسهل الوصول إليه من هذه الجبانة ويدخل إليه من طريق مصنوع مما يدل على أن هذا المحجر كان يستعمل على نطاق واسع ، بالإضافة إلى وجود معبد بالقرب من هذا المحجر يحتمل أن يكون من عصر الدولة القديمة . ولا يوجد دليل على استخراج البازلت قديما من موضع قريب من القاهرة فيما عدا الفيوم .. أما محجر « أبو زعبل » الحالى فيقول ألفريد لوكاس أنه حديث العهد قطعا ، يضاف إلى ذلك أن البازلت الذى استخدم فى عصر الدولة القديمة أقرب شبها إلى النوع المستخرج من الفيوم منه إلى ذلك الذى يستخرج من « أبو زعبل » (١ ــ ١٠٥) .

الكـــوارتزيـــت

الكوارتزيت نوع صلد مندمج من الحجر الرملى ، وهو يتكون أساسا من حبيبات الرمل المترابطة بالسيليكا الدقيقة ، أى أنه

حجر رملى سيليسى (Silicified sandstone) ، والكوارتزيت يتباين كثيرا فى اللون والمظهر، فقد يكون أبيض أو ضاربا إل الصفرة أو على درجات شتى من الحمرة ، وقد يكون دقيق الحبيبات أو خشنا .

ويوجد الكوارتزيت فى جهات كثيرة من مصر ، خصوصا بالجبل الأحمر الذى يقع بقرب القاهرة فى الجهة الشمالية الشرق منها ، وبين القاهرة والسويس وعلى طريق بير الحمام ــ مغارة وفى منخفض وادى النطرون ، وهو يكلل تلال الحجر الرمل النوبى الكائنة فى شرق النيل شمال أسوان ، كما أنه يوجد أيضا فى سيناء .

وأمثلة استعمال حجر الكوارتزيت فى مصر القديمة لأغراض البناء قليلة ، ومنها : أعتاب عدة مداخل فى معبد هرم تيتى م الأسرة السادسة بسقارة ، وبطانة حجرات الدفن بهرم هوارة من عهد الأسرة الثانية عشرة ، وبالهرمين القبلى والبحرى بمزغو من عهد الأسرة الثانية عشرة أيضا (١ ــ ١٠٧) .

ولعله يكون من المناسب أن أنهى هذا الفصل بالحديث عن إستخراج الأحجار وتشكيلها فى مصر القديمة ، حتى يتعرف القارىء على الوسائل التى مكنت المصرى القديم من إنشاء أقدم وأضخم عمائر حجرية عرفها العالم القديم قبل الإغريق.

إستخراج الأحجــــار

بدأ المصريون القدماء فى إستخراج الأحجار على نطاق واسع لأغراض البناء بعد أن تمكنوا من صناعة الأدوات ، وخاص النحاسية .. ويمكن الإستدلال على طريقة استخراج الأحجار من الشواهد التى لاتزال ترى فى المحاجر القديمة ، وعلى الأخص فى المواضع التى بها كتل فصلت فصلا جزئيا فقط .

وكانت طريقة إستخراج الأحجار اللينة (الحجر الجيرى والحجر الرملى والمرمر) تتم ، كمايرى سومرس كلارك وأنجلباك وبترى وريزنر بأن تحدد الجوانب الأربعة للكتلة المراد استخراجها بأخاديد أو حزوز تقطع فى الصخر الأم ثم يفصل الوج الأسفل بفعل أسافين من خشب مبللة بالماء .. وكانت الأدوات المستخدمة فى هذه العملية هى الأزميل الحجرى ثم الأزميل المعدنى ومدقات الخشب ومطارق الحجر ، وكان الحجر يرفع طبقة فطبقة من السطح إلى أسفل .. وفى هذا الخصوص يذكر ألفريد لوكاس أن الأزاميل النحاسية قد استخدمت حتى عصر الدولة الوسطى حينما ظهر البرونز ، ثم استعمل كل م النحاس والبرونز حتى ظهور الحديد (١ ــ ١٠٩) .

وقد عثر فى الحفائر الأثرية على الكثير من الأدوات التى استخدمت فى قطع الحجر ، وعلى سبيل المثال ، فقد وجد فري فى بنى حسن التى يرجع تاريخ مقابرها إلى الدولة الوسطى على بعض الأزاميل الحجرية القديمة التى كانت تستخدم فى تسوي أسطح الجدران ، وهى عبارة عن شظيات من حجر جيرى صلد متبلور ، ويرجح أنها قد قطعت من الصخور الكبيرة السائ التى تكثر فى هذه المنطقة ويبدو أنها كانت تستعمل بكلتا اليدين ، وأنه لم تكن لها مقابض .. وقد كتب بترى عن مقا العصر نفسه ببلدة قاو فقال إن : « مقابر أخرى من العصر ذاته قد نحتت فى الصخر بطريق النقر بواسطة مدقات حجر مدببة على الأرجح كما هو الحال فى جميع أعمال استخراج الحجر فى المكان وقد نحتت هذه المقبرة بطريق الهرس بمطار كرية كما اتبع فى استخراج الجرانيت من محاجر اسوان » .

ووجد كارتر أيضا فى طيبة كمية كبيرة من المطارق والأزاميل المصنوعة من حجر صوانى غير نقى وأكداسا م الشظيات .. ويرجع تاريخ هذه الأدوات إلى عهد الأسرة الثامنة عشرة ، ويبدو أنها استخدمت فى العمليات الأولية لاستخرا الحجر (١ ــ ١٠٩) .

ومن المثير للدهشة أنه قد حدث تطور مثير فى أعمال تهيأة الأحجار لأغراض البناء فيما بين الأسرة الأولى وبين أول الأسرة الثالثة ، ممايدل على تفوق كبير فى استخدام هذه المادة .. ولكن ألفريد لوكاس يرى أن هذا التطور ليس مدهشا بالدرجة التى تظهر لأول وهلة ، ذلك أن الحقبة الزمنية الواقعة بين التاريخين تشمل نحو ٤٢٠ سنة على حد قول برستد ونحو ٥٥٠ سنة على حد قول بترى .. وفضلا عن ذلك كما يذكر ألفريد لوكاس فقد ظهر عاملان جديدان على أكبر قدر من الأهمية ، وهما تحسن الأدوات النحاسية فى ذاك الزمن المحدد ، ووفرة الحجر الجيرى بالقرب من منف العاصمة . ويضيف لوكاس إلى ذلك قوله : « ويبدو لنا أن هذه العوامل تكفى تماما لتعليل التطور المحلى فى أشغال الحجر دون حاجة إلى التعليل بمؤثرات خارجية » .

وبعد أن تمرس المصريون القدماء على أعمال استخراج الأحجار اللينة اتجهوا إلى إستخراج الأحجار الصلدة ، التى كانوا قد اتخذوا من كتلها السائبة مادة لصناعة الأوانى الحجرية والتماثيل ، واستعملوها فى مبانيهم منذ عصر الدولة الوسطى ومابعده .. ونجد أنهم قد استخرجوا الجرانيت عندما احتاجوه لعمل المسلات الضخمة والتماثيل الهائلة (١ — ١١٠) .

ويذكر أنجلباك أن الطريقة التى كانت متبعة فى قطع الجرانيت هى الدق بكرات من حجر الدولريت ، واستعمال أسافين من الخشب المبلل كانت تعد لها فتحات ضيقة مستطيلة بأدوات من المعدن ، وأن الدق وزج الأسافين كانتا متبعتين أيضا فى قطع الكوارتزيت مع استعمال أداة أخرى يرجح أنها كانت نوعا من المناقر المعدنية .

تشكيل الحجر

هيأت لنا العلامات التى احتفظ بها بعض التماثيل الغير تامة الصنع والتى خلفتها الأدوات التى استعملت فى تشكيلها، وكذلك النقوش الجدارية التى حليت بها جدران بعض المقابر فى سقارة ودير الجبراوى وطيبة والتى مثلت بعض عمليات تشكيل الحجر، إمكانية استنباط الطريقة التى كانت تستخدم قديما فى عمليات التشكيل .. وقد قام سومرز كلارك وإدجار وأنجلباك وبترى وبيليه وبلات وريزنر وغيرهم بدراسة هذا الموضوع الهام .. وبحسب ما نتهت إليه هذه الدراسات فإن أهم الطرق التى اتبعها القدماء فى تشكيل الأحجار الصلدة (١ — ١١١)، هى :—

١) الدق بحجر ، ويستدل على هذه الطريقة من الرسوم الجدارية فى مقبرة من عهد الاسرة الخامسة بسقارة وفى أخرى من عهد الاسرة السادسة بدير الجبراوى وفى ثالثة من عهد الاسرة الثامنة عشرة بطيبة .

٢) الحك بأحجار يقبض عليها باليد، وربما كان ذلك مصحوبا باستعمال مسحوق حكاك، وتوجد هذه العملية ممثلة فى مقبرة من عهد الاسرة الخامسة بسقارة وفى أخرى من عهد الأسرة الثامنة عشر بطيبة .

٣) القطع بمنشار من نحاس مع استعمال مسحوق حكاك . ولم يعثر حتى الآن على نقش جدارى يمثل هذه العملية ، وإن كان قد عثر على العديد من المناشير المصنوعة من النحاس .

٤) الثقب بمثقاب أنبوبى ومسحوق حكاك .. والمثقاب الأنبوبى كان عبارة عن أنبوبة مجوفة من النحاس تدار إما ببرمها بين اليدين أو باستعمال قوس . وكان المثقاب الأنبوبى يستخدم أيضا فى تجويف الأوانى الحجرية، وخاصة الجرار الإسطوانية والأوانى القائمة ذات الجدران العالية .

ويذكر ألفريد لوكاس أن هناك نوعا آخر من أدوات الثقب كان يستخدم فى تجويف الأوانى الحجرية ، وهو نوع

من المثاقب التى تدور على محورها ، وكان مزودا على الأرجح بمقبض مصنوع من الخشب منحرف عن المركز وثقلين كبيرين .. ويصنع المثقب من حجر صوانى، ويكون عادة هلالى الشكل ، وقد عثر على نماذج عديدة منه فى سقارة وغيرها، كما عثر أيضا على عدد كبير من الثقوب التى خرقت بمثل هذه المثاقب الصوانية بعضها بأبو صير والبعض فى كتل من الحجر الجيرى من عهد الاسرة الثالثة بسقارة (١ ــ ١١٢).

٥) الثقب بسن من النحاس أو الحجر مع استعمال مسحوق حكاك، ويوجد بمقبرة من عهد الاسرة الخامسة منظر يمثل استخدام مثقب فى خرق ختم من الحجر.. وتحوى مقابر شتى أخرى صورا تبين ثقب الخرز بمثقب يدار بواسطة قوس.

٦) الحك بسن قد يكون من النحاس مع استخدام مسحوق حكاك، والدليل الذى يستند إليه فى ذلك مشكوك فيه، أما الأداة فهي ممثلة في مقبرة من عهد الأسرة الثامنة عشر.

ويرى ألفريد لوكاس إقتناعا منه بما قال به بعض الدارسين من أن الأزاميل المصوعة من النحاس أو البرونز مهما بلغت تقسيتها بالطرق لا تقطع الأحجار الصلدة مثل الديوريت والجرانيت والشست، أن الأزاميل لم تستعمل إلا فى العمليات الخاصة بالأحجار اللينة (١ ــ ١١٣).

الفصـــل الثاني

مواد البنـاء المسـاعدة

هيأت الصحراوات القاحلة لشعوب الشرق القديم بعض مقومات حضاراتهم المادية ، نتيجة لكثرة وتنوع أحجارها ووفرة المعادن فيها ، ولقد استغل المصريون القدماء ما توفر في صحاريهم الممتدة على جانبي النيل في إقامة أضخم وأروع عمائر حجرية عرفها العالم القديم قبل الاغريق ، حتى قيل أن مصر هي موطن البناء بالحجر .

ولقد استخدمت الشعوب القديمة ، بجانب الطوب والأحجار ، وهي مواد البناء الأساسية ، بعض المواد المساعدة التي تحتاج إليها عمليات البناء . وبعد أن تحدثنا عن مواد البناء الأساسية ، فسوف نتناول الآن بعض المواد المساعدة ، وهي مونة البناء ، وملاط الحوائط والأخشاب .

مونـة البناء (Building Mortars)

إستخدمت الشعوب القديمة نوعين من مونة البناء حسب نوعية البنيان ، وهما : الطين ، وكان يستعمل مع الطوب المجفف بحرارة الشمس (اللبن) والجبس وكان يستعمل مع الحجر .

وفي مصر القديمة فيما قبل العصور اليونانية الرومانية ، اقتصرت مونة البناء على هذين النوعين . ويذكر ألفريد لوكاس في كتابه المواد والصناعات عند قدماء المصريين «أنه ليس لديه علم بأية حالة استعمل فيها الجير مونة أو استخدم فيها بأية كيفية قبل عهد بطليموس الأول (من سنة ٣٢٣ إلى سنة ٢٨٥ ق . م) ، ويضيف إلى ذلك قوله «أنه قد وجد أن مونة ذلك العهد والعهود المتأخرة عنه تكاد تكون من حيث تركيبها نفس مونة الجير المستعملة في عصرنا» .

ويرى ألفريد لوكاس أن إيثار الجبس على الجير ، بالرغم من وفرة الحجر الجيري في مصر ، إنما يرجع إلى ندرة الوقود في البلاد ، فالجير يستلزم لإحراقه حرارة أشد إرتفاعا مما يلزم للجبس .. أى أنه يحتاج إلى وقود أكثر (١ ــ ١٢٣) .

وفي هذا الخصوص نود أن نشير إلى أنه وعلى عكس ما ذكره لوكاس ، قد ثبت بالعديد من التحاليل التي أجراها مركز البحوث والصيانة بهيئة الآثار المصرية ، سواء بالطرق الكيميائية أو بالأشعة السينية ، أن المصريين القدماء قد استخدموا قبل العصور اليونانية الرومانية مونة الجير مخلوطة بمونة الجبس ، وإن كان استعمال مونة الجير قد شاع في هذه العصور ، بعد أن حل اليونان والرومان بمصر ، وكانت كلاهما يعرف مونة الجير في أوروبا ، حيث لا يصلح الجبس مونة للبناء بسبب طقسها المطير

والواقع أن عدم استخدام مونة الجير فى مصر، قبل العصور اليونانية الرومانية، لم يكن بسبب عجز المصرى القديم عن تحضيرها، بل لأنه وجد فى مونة الجبس ما يفى باحتياجاته، دون استهلاك كمية كبيرة من الوقود، فهى مونة سريعة التصلب وشديدة التماسك، فضلا عن كونها تلائم جو مصر الجاف. وليس أدل على ذلك من أن درجة الحرارة اللازمة لتحضير الجير الحى، وهى ٩٠٠° مئوية، لم تكن بعيدة عن إمكانيات المصرى القديم، حيث كانت هى درجة الحرارة التى استخدمها فى عمليات استخراج المعادن من خاماتها، وفى صناعة الزجاج، وغير ذلك من الصناعات التى ازدهرت فى مصر القديمة، فضلا عن أنه قد استخدم فعلا فى بعض الحالات مونة الجير مخلوطة بالجبس، عندما دعته الضرورة لذلك (٣).

مونـــة الطين :

إستخدم هذا النوع من المونة فى مبانى الطوب اللبن.. وكانت تحضر بمزج الطفلة الطينية (طمى النيل) بالماء للحصول على القوام المناسب، ثم يضاف إليها الرمل وأعواد النباتات المهروسة. وتوجد بالهرم المدرج بسقارة، الذى يرجع إلى الأسرة الثالثة المصرية، أمثلة قديمة على استعمال مونة الطين فى أعمال البناء (١ ــ ١٢٣).

مونـــة الجبـــس :

الجبس عبارة عن مادة طبيعية متبلورة من كبريتات الكالسيوم المائية (Ca So4. 2 H20) .. ولاستعمال الجبس كمونة لابد من إحراقه حيث يفقد ثلاثة أرباع الماء المتحد كيميائيا ويتحول إلى مسحوق ابيض ناعم له قابلية للإتحاد ثانية مع الماء ويتحول إلى مادة شديدة التماسك والصلابة.

ونظرا لوفرة معدن الجبس فى مصر ودرجة الحرارة اللازمة لحرقه والسرعة التى تتصلب بها المونة وشدة تماسكها ومناسبتها لجو مصر، فإن استعمال مونة الجبس قد شاع فى عمليات بناء المبانى الحجرية فى مصر القديمة.. على أن كتل الحجر فى كثير من المبانى الحجرية كانت كبيرة الحجم، وكانت فى كثير من الحالات منحوتة نحتا جيدا، بحيث كان يستغنى فى بعض الحالات عن المونة سواء للربط أو التكحيل. وفى هذا الخصوص تجدر الإشارة إلى ما سبق أن ذكرناه من أن الغرض من استخدام مونة الجبس فى المبانى الحجرية لم يكن فى المقام الأول ربط الكتل الحجرية بعضها ببعض، لأن فى ثقل الكتل الحجرية ما يغنى عن ذلك، وإنما كان لملء الفجوات الدقيقة فى الأسطح العليا للكتل الحجرية التى تحمل أثقالا كبيرة ولتوزيع ما يقع عليها من ثقل، ولاستخدامها كمادة تنزلق عليها الكتل الحجرية الكبيرة صعبة التناول ليسهل تعديل أماكنها ووضعها فى مواضعها الصحيحة (١ ــ ١٢٣) ولهذا نجد أن المصرى القديم قد استخدم مونة الجبس سائلة «لباني».

مونـــة الجـــير :

إن عملية حرق الحجر الجيرى للحصول على الجير الحى، وهو المادة الأولية لمونة الجير تتطلب درجة حرارة أعلى بكثير من درجة الحرارة التى يتطلبها حرق معدن الجبس لتحضير مونة الجبس، إذ تتحول كربونات الكالسيوم (الحجر الجيرى) إلى أكسيد الكالسيوم (الجير الحى) عند درجة حرارة تتراوح ما بين ٩٠٠ و ٩٥٠° مئوية، وعند إطفاء الجير الحى بالماء، فإنه يتحول إلى هيدروكسيد الكالسيوم، الذى يتحول عند تفاعله مع ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الجو إلى بيكربونات الكالسيوم، ثم إلى

كربونات الكالسيوم ، وهو المادة الرابطة الثابتة كيميائيا فى مونة الجير.

وتحضر مونة الجير بخلط الجير المطفأ (هيدروكسيد الكالسيوم) بالرمل ، ويستعمل على هذا النحو فى عمليات البناء ، ثم يتحول هيدروكسيد الكالسيوم بعد ذلك عند تفاعله مع ثانى أكسيد الكربون بالجو إلى كربونات الكالسيوم ، فتتماسك المونة وتقوم بوظيفتها كمادة رابطة. ولهذا السبب ، فإننا مع الرأى القائل بأن مونة الجير تعمر طويلا ، بل إنها تزداد مع الزمن قوة وصلابة .

مـــلاط الحوائط (Wall - Plaster)

لم يكن ملاط الحوائط المستخدم فى مصر القديمة مغايرا فى تركيبه للمونة التى كانت مستخدمة فى عمليات البناء ، ونجد أنه كان يتألف هو الآخر من ذات المادتين ، أى من الطين والجبس . وقد استخدم كل منهما فى تزيين جدران المنازل ، إلا أن أكثرها قد اندثر.. والواقع أن الملاط الموجود فى المقابر والمعابد هو كل ما بقى منه ، فيما عدا كسر من الملاط الملون ، وجدت بين أطلال قصر امنحتب الثالث الذى يقع فى الجنوب من معبد مدينة هابو بالبر الغربى من مدينة الأقصر، وفى أطلال قصور مدينة العمارنة القديمة ومنازلها .

مـــلاط الطـــــين :

يرجع تاريخ إستعمال ملاط الطين إلى عصور ماقبل الأسرات وأوائل الأسرات . وقد وجدت نوعيات مختلفة من هذا الملاط ، غير أنه يمكن بصفة إجمالية تمييز نوعين منه ، أحدهما خشن ، ويكون فى الأعم الأغلب مخلوطا بالتبن المقرط (المهروس) ، والثانى من صنف أفضل وكان يستخدم إما مخلوطا بالتبن وإما بدونه ، وكان يستعمل غشاء متمما للنوع الخشن . وتوجد كثير من القرائن الأثرية التى ترجح أن النوع الأخير كان شائع الإستعمال أو مقصورا على جبانة طيبة . وكان كلا النوعين يكسى بملاط من الجبس لإعداد سطح أكثر صلاحية للتصوير والنقش ، على أنه يوجد بالعمارنة خروجا عن هذه القاعدة يستحق الذكر ، فقد قام فنانو العمارنة بالتصوير والنقش على ملاط الطين مباشرة ، سواء كان ذلك فى المنازل الخاصة أو فى القصور (١ ــ ١٢٤) .

وكان النوع الخشن يصنع من طمى النيل العادى ، الذى يتكون فى مجمله من خليط من الطفلة الطينية والرمل بنسب متفاوتة مع قدر ضئيل من كربونات الكالسيوم ونسبة قليلة من الجبس فى بعض الأحيان . وفى هذا الخصوص تجدر الإشارة إلى أن وجود الجبس ليس إلا شائبة طارئة فى الطمى وليست له خاصية الربط ، إذ أنه لم يحرق . أما النوع الأفضل فكان يؤخذ من تجاويف وجيوب بسفح التلال والنجاد ، وهو عبارة عن خليط طبيعى من الطين والحجر الجيرى ، وكل منها دقيق الحبيبات جدا وشديد النعومة . ولا يزال هذا النوع يستخدم فى الوقت الحاضر فى ضهارة مبانى الطوب اللبن وملاط الطين الخشن .. ويعرف بالإسم الدارج «الحيب» .

ملاط الجبس :

عرف ملاط الجبس فى مصر القديمة منذ أوائل عصر الأسرات ، وكان يستعمل لتهيئة جدران المنازل والقصور والمقابر والمعابد وسقوفها للتصوير والنقش عليها . وكان الطين يكسى عادة بملاط الجبس اذا ما ملط الجدار به . وفى حالة عدم استخدام ملاط الطين ، كان ملاط الجبس يستخدم لستر عيوب الجدران وتسوية سطوحها قبل التصوير والنقش عليها .

ولما كان الجبس مادة طبيعية فهو يختلف إختلافا بينا فى لونه وتركيبه ، فقد يكون أبيض اللون أو أشهب على درجات أو بنيا فاتحا ، بل قد يكون أحيانا أحمر ورديا ، وتوجد أمثلة من الجبس الأحمر الوردى بمقبرة أمنحتب من عهد الأسرة الثانية عشرة فى اللشت وفى مقبرة توت عنخ آمون من عهد الأسرة الثامنة عشرة فى طيبة . ويعتقد ألفريد لوكاس أن لون الجبس بمقبرة توت عنخ آمون ليس إلا سطحيا مكتسبا ، إذ يرجع إلى التغيرات الكيميائية التى حدثت خلال آلاف من السنين في مركبات الجبس الحديدية ، كما أنه يعتقد أيضا أن شهبة اللون فى الجبس تنشأ عادة عن وجود دقائق صغيرة من الوقود في المحترق به .

ولقد أثبتت التحاليل الكيميائية أن الملاط الذى يستعمل كغشاء مكمل ، أو يكون أبيض اللون ، توجد به أحيانا نسبة كبيرة جدا من كربونات الكالسيوم وقليل جدا من الجبس . ويعلق ألفريد لوكاس على ذلك بقوله : « ومع أن هذا الملاط يكون جبسا من نوع ردىء توجد به كربونات الكالسيوم طبيعيا ، إلا أنه قد يكون خليطا صناعيا ، وربما كانت كربونات الكالسيوم قد أضيفت إليه لتزيد من بياض الجبس . إذا لم يكن على درجة من البياض تفى بالغرض المطلوب » (١ . ١٢٥) .

ملاط الجير :

ولو أنه لا توجد حتى الآن أدلة كافية أو حاسمة على استعمال الجير فى مصر قبل العصور اليونانية الرومانية ، إلا أنه توجد بعض الحالات التى استخدم فيها الجير كملاط ، وكان فيها عبارة عن غشاء رقيق يتألف فى جوهره من كربونات الكالسيوم التى قد تحتوى ، على حد قول ألفريد لوكاس ، على أثر من الجبس أو لا تحتوى على شىء منه . على أن الجبس قد يكون مجرد شائبة بالجير ، إذ أن البياض الجيرى يلتصق بالحجر بدرجة كبيرة ، ويلتصق بالطين بدرجة أكبر ، دون حاجة إلى مادة رابطة ، الأمر الذى لا يتطلب إضافة الجبس إليه (١ ص ١٢٥) .

الأخشاب

سبق أن ذكرنا أن الأشجار التى كانت تنمو فى مصر القديمة لم تكن تصلح لتزويد العمائر بما كانت تحتاج إليه من أخشاب ، ذلك لأن أشجار الأثل والجميز والنخيل ، وان كانت قد أفادت فى صناعة بعض الأثاث والمراكب ، واستخدمت كدعائم لحمل السقوف وفى تسقيف القاعات ، إلا أنها لم تكن تيسر اتخاذ ألواح منها ، لذلك اضطر المصريون فى وقت مبكر إلى تسقيف القاعات بالأقباء .

وقد اضطر المصريون منذ بداية عصر الأسرات على الأقل إلى إستيراد أخشاب الأرز والصنوبر والسرو من سوريا ولبنان، وقد سجل على حجر باليرمو أن أربعين سفينة محملة بالأخشاب قد جلبت إلى مصر فى عهد الملك سنفرو مؤسس الأسرة الرابعة.

وكان أهم ما استعملت فيه الأخشاب فى مصر القديمة من أغراض البناء، الأبواب والسقوف فى بعض الأحيان وأعمدة المعابد من وقت لآخر، وتخشيب أرضية بعض المقابر وتبطينها فى عصر ماقبل الأسرات وأوائل عصور الأسرات (١ ــ ١٢٧).

الأخشـاب الأجنبيـــة :

الأخشاب الأجنبية التى ثبت إستخدامها فى مصر هى : ــ

- خشب البلــــوط (Ash)

يوجد البلوط العادى (Fraxinus Excelsoir) كثيرا فى أوروبا وفى آسيا، ومن ضمنها آسيا الصغرى، وفى شمال أفريقيا. وينمو أحد الأنواع (Fraxinus Ornus) على جبال لبنان وسوريا. وهذا الخشب صلد جامد مرن.

- خشب الــــزان (Beech)

توجد شجرة الزان (Fagus Sylvatica) فى كل من أوروبا وغرب آسيا، الأمر الذى يرجح إستخدام هذا النوع من الخشب فى مصر القديمة (١ ــ ٦٩٥).

- خشب القـــان (Birch)

هذا النوع من الخشب ليس معروفا على وجه التحقيق فى آثار مصر القديمة، إلا فيما يختص بقلفه فقط، ولو أن « ماكيى » يظن أن بعض العصى التى وجدت فى كفر عمار ويرجع تاريخها إلى الدولة القديمة قد تكون من أحد أنواع هذا الخشب (١ ــ ٦٩٥).

- خشب البقس (Box)

تنمو شجرة البقس (Boxus Sempervirens) فى أوروبا وغرب آسيا وشمال أفريقيا. ولما كان اليونانيون والرومانيون قد استعملوا خشبها، فليس من الغريب أن توجد فى مصر بعض الآثار المصنوعة منه (١ ــ ٦٩٥).

- خشب الأرز (Cedar)

يذكر ألفريد لوكاس فى كتابه « المواد والصناعات عند قدماء المصريين » أنه لا يوجد من الأرز الحقيقى إلا عائلة واحدة تشمل ثلاثة أنواع هى : أرز لبنان (Cedrus Libani) وأرز الأطلس (Cedrus Atlantica) والأرز الهندى (Cedrus Deodara) ولو أنه ليس من المحال أن يكو أرز الأطلس، الذى ينمو على جبال الأطلس بمراكش، قد وجد طريقه أحيانا إلى مصر، إلا

أنه لا يوجد أى دليل على هذا ، كما أن احتمال حدوثه ضعيف ، إذ كانت سوريا هى أهم البلاد التى استورد منها الخشب ، فيما عدا الأبنوس ، إلى مصر . ويضيف لوكاس إلى ذلك قوله : والتمييز ميكروسكوبيا بين أرز لبنان وأرز الأطلس أمر ليس فى الإمكان ، ومع هذا يمكن التسليم بأن أى خشب أرز وجد فى مصر كان من أرز لبنان . ولما كان استخدامه فى مصر يرجع إلى عصر ما قبل الأسرات ، فمن الواضح أنه كان يستورد إلى مصر منذ ذلك العهد المتقدم (١ — ٦٩٦) .

• خشب السـرو (Cypress)

على الرغم من أن شجرة السرو (Cupressus Sempervirens) تزرع حاليا فى الدلتا ، إلا أن شجرة السرو ليست مصرية أصلا ، ويحتمل كما يعتقد ألفريد لوكاس أنها لم تجلب إلى مصر إلا حديثا ، ولكنها تنمو بوفرة فى كل من جنوب أوروبا وغرب آسيا (١ — ٦٩٩) .

• الأبنـوس (Ebony)

يطلق اسم أبنوس عادة على اللب الداخلى الأسود لعدد من مختلف أشجار المناطق الحارة .. ولما كانت كلمة Ebony مشتقة من الكلمة المصرية القديمة « هبنى » فان الأبنوس الأصلى ، وهو خشب الشجر المسمى (Dalbergia Melanoxybn) كان هو المعروف فى مصر القديمة ، وهو ينمو فى المنطقة الإستوائية بأفريقيا . ويذكر فى النصوص المصرية القديمة أن الأبنوس قد جلب من حنبتيو وكوش وأراضى البرابرة ونوبيا وبونت والأقطار الجنوبية وكلها واقعة جنوب مصر . ويذكر ألفريد لوكاس أيضا أن هذا لايعنى أن الأبنوس كان ينمو فى كل هذه الأماكن ، ولكنه يعنى أنه قد وصل مصر من الجنوب (١ — ٦٩٩) .

• خشب الـدردار (Elm)

خشب الدردار المسمى (Ulmus Compestris) هو النوع الشائع فى أوروبا وآسيا ، وتشمل غرب آسيا وآسيا الصغرى وشمال فلسطين ، ولا شك أنه قد وصل مصر من إحدى هذه البقاع (١ — ٧٠٢) .

• خشب التنـوب (Fir)

العينات الأثرية التى وجدت فى مصر أوضحت أنها من التنوب الكيليكى (Abies Cilicica) الذى ينمو فى آسيا الصغرى وفى سوريا . وتشير بردية يرجع تاريخها إلى ٢٥٦ ق . م . إلى زراعة ٣٠٠ شجرة تنوب فى مصر (١ — ٧٠٢) .

• خشب الهورنبيم (Horn beam)

شجرة هذا الخشب المسماه (Carpinus Betalus) موطنها فى أوروبا وغرب آسيا . وهذا الخشب مائل للبياض ومدمك الحبيبات ، ويتميز بدرجة عالية من الصلابة .

• خشب العرعـر (Juniper)

ينمو شجر العرعر بوفرة على جبال سوريا وفى آسيا الصغرى . وخشب العرعر أحمر اللون ذو رائحة عطرة ، ويختلط بينه وبين خشب الأرز . ولقد اختلط الأمر بينهما على اليونانيين والرومانيين . ولم يمكن بصفة قاطعة تحديد نوع العرعر الذى استخدم فى مصر القديمة (١ — ٧٠٢) .

- خشب الزيزفـــــون (Lime)

تنمو أشجار الزيزفون فى أواسط أوروبا وجنوبها ، ويحتمل أن يكون خشبها قد وصل إلى مصر من هذه الأماكن فى العصرين اليونانى والرومانى . وقد تعرف نيوبرى على زهرتين ضمن البقايا النباتية التى عثر عليها فى الجبانة اليونانية الرومانية بهوارة . ولما كانت مثل هاتين الزهرتين لايمكن جلبهما من خارج مصر لكونهما أجساما هشة قصيرة العمر ، فإنه يبدو محتملا ، كما يعتقد ألفريد لوكاس ، أن شجرة أو أكثر من الزيزفون كانت قد زرعت فى مصر بالفيوم فى عصر متأخر (١ — ٧٠٣) .

- خشب الليكويد أمبار (Liquid Amber)

عرفت شجرة الليكويد أمبار ، وهى تنمو فى آسيا الصغرى ، بمصر القديمة منذ عهد بعيد ، وذلك بسبب البلسان الذى تفرزه ، وهو ماكان مستخدما فى عمل العطور وفى التحنيط . وقد وجدت قطعة من خشب هذه الشجرة فى مقبرة توت عنخ آمون (١ — ٧٠٣) .

- خشب البلـــــوط « القرو » (Oak)

إستخدم خشب البلوط فى مصر القديمة . ويذكر كلارك أن البلوط قد استعمل لعمل دنجل وعريش وفرامل عربة مصرية من الأسرة الثامنة عشرة ، وهى موجودة الآن بمتحف فلورنس (١ — ٧٠٤) .

- خشب الصنوبـــــر (Pine)

وجدت فى الآثار المصرية المعروفة حتى الآن ، قطعتان فقط من خشب الصنوبر ، إحداهما يرجع تاريخها إلى عصر ماقبل الأسرات ، أما الأخرى فهى من التابوت ذى الست طبقات الذى وجد بالهرم المدرج بسقارة ويرجع تاريخه إلى الأسرة الثالثة . ولما كانت القطعة التى وجدت من عصر ماقبل الأسرات قد وجدت فى نفس المكان الذى وجدت فيه بعض قطع خشب الأرز ، وهو خشب سورى ، فمن المحتمل أن تكون هذه القطعة من خشب الصنوبر قد جلبت هى الأخرى ، كما يعتقد ألفريد لوكاس ، من سوريا (١ — ٧٠٥) .

- خشب السدر الجبلى (Yew)

ينمو شجر السدر الجبلى فى كل من غرب آسيا وجنوب أوروبا . ويحتمل ، كما يرى ألفريد لوكاس ، أن تكون القطع التى وجدت فى مصر من هذا الخشب قد جلبت من آسيا . ويرجح أن يكون ذلك من جبال طوروس (١ — ٧٠٥) .

الأخشاب المصريـــة :

ولو أن الأشجار التى كانت تنمو فى مصر القديمة قد صورت على جدران المقابر والمعابد بطريقة إصطلاحية ، إلا أنه أمكن التعرف على بعض منها ، وهى أشجار السنط ونخيل البلح ونخيل الدوم والجميز. ولقد أثبتت الدراسات التى أجريت فى هذا المجال أن أهم الأشجار التى نمت بمصر فى عصر الأسرات واستخدم خشبها فى النجارة ، هى السنط والجميز والأثل ، وأن أخشاب أشجار أخرى ، وعلى الأخص نخيل البلح ونخيل الدوم والنبق واللبخ والصفصاف قد استخدمت هى الأخرى فى بعض الأحيان .

وفيما يلى سوف نتحدث بإيجاز عن الأخشاب المصرية التى استخدمت فى مصر القديمة ، والتى تمكن الدارسون من التعرف عليها وهى :ـ

- خشب السنـــط (Acacia)

إستخدم خشب السنط فى مصر منذ عصر ماقبل الأسرات . وقد ذكر فى النصوص المصرية القديمة أن السنط كان يجلب من حطنوب ومن الواوات فى النوبة ، وأنه كان يستخدم لصنع القوارب والسفن الحربية . ويروى هيرودوت أن خشب السنط لم يستخدم فى مصر لبناء القوارب فحسب ، بل لعمل الصوارى أيضا . ويقول ثيوفراستوس أن السنط شجرة مصرية استخدمت فى التسقيف ولعمل ضلوع لجوانب السفن . ولايزال خشب السنط مستخدما فى مصر حتى الآن فى بناء القوارب وفى أغراض أخرى كثيرة (١ ـــ ٧٠٨) .

- خشب اللـــوز (Almond)

لم يكن خشب اللوز شائع الإستعمال فى مصر القديمة . وقد وجدت منه حتى الآن قطعة وحيدة بطيبة فى مقبرة يرجع تاريخها الى حوالى ١٥٠٠ ق . م (١ ـــ ٧٠٨) .

- خشب الخرنـــوب (Carob)

تنمو شجرة الخرنوب أو الخروب (Ceratonia Siliqua) فى مصر وفى منطقة البحر الأبيض المتوسط . ويذكر ثيوفراستوس « أن البعض يسميها بالتين المصرى ، ولكن هذا خطأ لأنها لا توجد فى مصر بالمرة ، لكنها توجد فى سوريا وأيونيا وكذلك فى كنيدوس ورودس » . وقد نقل بلينى رواية ثيوفراستوس هذه . ويقول سترابو أن شجرة الخرنوب توجد بكثرة فى إثيوبيا .

ويذكر ألفريد لوكاس أنه طبقا لترجمة بريستد قد ورد فى نصوص الأسرة السادسة ذكر صندوق من خشب الخرنوب ، كما جلب خشب الخرنوب وأشياء مصنوعة منه إلى مصر من أراباخيتس وآشور وريتنو وجاهى . وذكر كذلك أن خشب الخرنوب قد استورد خلال الأسرة العشرين (١ ـــ ٧٠٨) .

- خشب نخيل البلح (Date Palm)

يزرع نخيل البلح (Pheonix Dactylifera) فى مصر وفى بلدان الشرق القديم منذ زمن بعيد جدا ، وكثيرا ما صور على جدران المقابر. ومن أمثلة ذلك عدد من مقابر الأسرة الثامنة عشرة بجبانة طيبة .

وقد استخدمت جذوع النخيل ، وكما هو الحال حتى الآن ، فى التسقيف ، إذ سقفت بها مقبرة من الأسرة الثانية أو الثالثة بسقارة . وفى مدينة كرانيس اليونانية الرومانية بالفيوم استعمل خشب النخيل فى المنازل للتسقيف ، على هيئة جذوع منشورة طوليا إلى عروق طويلة أو قصيرة ذات مقطع نصف دائرى (١ ــ ٧٠٩) .

- خشب نخيل الـدوم (Dom Palm)

ينمو شجر نخيل الدوم فى الجزء الجنوبى فى مصر العليا ، ابتداء من أبيدوس على وجه التقريب . وكثيرا ما عثر على ثمار الدوم فى المقابر المصرية القديمة منذ عصر ما قبل الأسرات . وقد صور نخيل الدوم فى عدة مقابر من الأسرة الثامنة عشرة فى جبانة طيبة . ويذكر « دليل » أن خشب الدوم كان مستعملا فى مصر فى الوقت الذى كتب فيه (١٨٠٩م) لصناعة الأبواب ، الأمر الذى يرجح استخدامه أحيانا فى أعمال النجارة (١ ــ ٧١٠) .

- خشب اللبخ (Persea)

ذكرت شجرة اللبخ (Mimusops Schemperi) فى النصوص المصرية القديمة إبتداء من الأسرة الثامنة عشرة ، كما أورد ذكرها عدد من الكتاب القدماء ، فيصفها ثيوفراستوس بأنها شجرة مصرية تنمو بوفرة فى إقليم طيبة ، ويذكر أنها دائمة الخضرة وأن خشبها الأسود القوى يشبه خشب الأنجرية (Nettle tree) وكان يستعمل فى صنع الأسرة والمناضد . ويذكر ديوسكوريدس أن اللبخ شجرة مصرية تحمل ثمارا صالحة للأكل ومفيدة للمعدة . وقد وجدت أغصان شجرة اللبخ وأوراقها فى مقابر من مختلف العصور من الأسرة الثانية عشرة إلى العصر اليونانى الرومانى (١ ــ ٧١٠) .

- خشب النبــــق (Sidder)

شجرة النبق ليست كبيرة الحجم ، ولذلك لم يتمكن المصريون القدماء من عمل ألواح منها ، وإن كانوا قد استخدموا أخشابها فى صنع الدسر ، ومن أمثلتها الدسر المستخدمة فى مقاصير توت عنخ آمون والملكة تيى . وقد كان خشب النبق أحد الأخشاب التى استخدمت فى صنع التابوت ذى الست طبقات الذى يرجع تاريخه إلى الأسرة الثالثة .

ولما كان خشب النبق لايزال مستخدما فى مصر فى الوقت الحاضر ، فإننا نتفق مع ألفريد لوكاس ، الذى يقول : « ولما كان هذا الخشب نافعا جدا فى الوقت الحاضر فمن المنطق أن نظن أنه كان كذلك مستخدما فى العصور القديمة » (١ ــ ٧١٢) .

- خشب الجمــيز (Sycamore Fig)

جاء ذكر الجميز كثيرا فى النصوص المصرية القديمة ، وذكر أن خشب الجميز قد استخدم فى بناء القوارب وفى عمل

التماثيل . وكثيرا ماصورت شجرة الجميز على جدران مقابر الأسرة الثامنة عشرة فى طيبة . وقد وجد خشب الجميز فى مقا يرجع تاريخها إلى عصر ما قبل الأسرات ، كما وجدت ثمار وجذور منه من عصر ما قبل الأسرات وعصر الأسرة الأولى . ولا تزال شجرة الجميز تنمو بوفرة فى مصر (١ — ٧١٣) .

- خشب الأثـــل « الطرفاء » (Tamarisk)

كانت مصر موطنا لشجرة الأثل ، وتوجد فيها أنواع كثيرة منها . وقد تعرف الدارسون على خشب الأثل من العصر النيوليثى وفترة الحضارة التاسية وفترة الحضارة البدارية وعصر ما قبل الأسرات ومن العصور الأخرى حتى العصر اليونانى الرومانى (١ — ٧١٣) .

وذكر الأثل أحيانا فى النصوص المصرية القديمة إبتداء من عصر الأهرامات ، وأشير إلى حزم من خشب الأثل فى الأسرة العشرين . وذكر هيرودوت أن بعض العروق الخشبية مما استخدم فى بناء القوارب كان من خشب الأثل ، ولا تزال شجرة الأثل تنمو بوفرة فى مصر .

- خشب الصفصـاف (Willow)

من الثابت أن شجرة الصفصاف (Salix Safsaf) توطنت فى مصر منذ زمن موغل فى القدم ، إذ وجد مصنوعا من خشبها مقبض سكين من الصوان من عصر ما قبل التاريخ ، كما استخدم فى صنع صندوق من الأسرة الثالثة . وقد استخدم خشب الصفصاف أيضا خلال العصر اليونانى . وفى بردية يرجع تاريخها إلى ٢٤٢ ق . م . ذكر طلب لخشب الصفصاف لعمل قوائم خيمة (١ — ٧١٤) . ولا يزال خشب الصفصاف يستخدم فى مصر حتى الآن .

وفى نهاية تناولنا للأخشاب التى استخدمت فى مصر القديمة ، أجد من المناسب أن نتطرق بالحديث عن نجارة الخشب والأدوات التى استخدمت فى هذه الصناعة ، التى تعتبر من أقدم الصناعات التى ازدهرت فى مصر القديمة .

نجـــارة الأخشـــاب

عرفت فنون النجارة ، بما فى ذلك حفر الخشب (الأوبمة) ، فى عصر ما قبل الأسرات المتأخر ، حينما تمكن المصرى القديم من صناعة الأدوات المعدنية النحاسية . والقطع القليلة المصنوعة من الخشب التى يرجع تاريخها إلى ما قبل ذلك العصر لابد وأن تكون ، كما يرى ألفريد لوكاس ، قد شكلت بطريقة بدائية جدا ، وهى الطرق الوحيدة التى كانت ممكنة فى حالة عدم وجود الآلات المعدنية (١ — ٧١٤) .

ويعتقد بعض الدارسين أنه نظرا لاستيراد مصر للأخشاب بصورة منتظمة منذ تاريخ مبكر أن فن النجارة لايمكن أن يكون قد نشأ فى مصر ، ولكن ليس هذا بالضرورة صحيحا ، اذ كان يوجد بمصر دائما كما يوجد بها اليوم ، كمية كبيرة من الأشجار الصغيرة نسبيا . وفى هذا الصدد يقول ألفريد لوكاس « اذا لم تكن هناك معرفة سابقة بفن النجارة ، فمن الصعب أن نفهم لماذا كان هناك أى طلب للخشب من الخارج » (١ — ٧١٤) .

ولقد تيسرت للدارسين المعلومات الكافية عن الآلات التى استخدمت فى حرفة النجارة بمصر القديمة واستعمالاتها من دراسة نقوش المقابر، وكذلك من النماذج التى وجدت من هذه الآلات فى المقابر. وكانت هذه الآلات هى المطارق (القواديم) ، والبلط والأزاميل والمناشير، وكانت لها جميعا ، فيما عدا بعض الأزاميل ، مقابض خشبية ، وكذلك المثاقب القوسية . وكانت النصال فى بادىء الأمر من النحاس، وظلت كذلك لمدة طويلة جدا ، إلى أن استبدل به فيما بعد البرونز، وفى عصر متأخر جدا الحديد (١ ــ ٧١٤) .

ولم تعرف « الفــارة » فى مصر القديمة ، وكان الخشب « يمسح » بحكه بقطع من الحجر الرملى دقيق الحبيبات ، كما هو مبين فى نموذج ورشة للنجارة يرجع تاريخه إلى الأسرة الحادية عشرة (١ ــ ٤٢٥) .

أما عن المخرطة فيقول بترى : « لم يكن هناك قطع بالمخرطة حتى فى العصر الرومانى . ومن المدهش أن كل الحلقات الموجودة على القوائم الخشبية للمقاعد مصنوعة يدويا محاكية الخرط بالمخرطة » . ويذكر واينريت أن المخرطة قد أدخلت إلى مصر فى العهد اليونانى الرومانى .

البـــاب الثـــاني

العناصر الزخرفية فى المبانى الأثرية

الفصـــــل الأول

النقـــوش الجداريـــة

منـذ عصر مـا قبـل التـاريخ زين القدماء كهوفهم ثم مقابرهم ومعابدهم بنقوش عبرت عن معتقداتهم وعاداتهم وتقاليد وفنونهم ، ومع الزمن تطورت هذه النقوش فى أسلوبها وتجهيزاتها بتطور الإنسان نفسه فى مفاهيمه وانفعالاته واتساع أفقه ونظ حياتـه . وقد بدأ الإنسان القديم رحلة تطوره هذه مبتدأ بالأشكال البدائية التى نقشها على جدران كهوفه وحاكى فيها الطب إلى أن وصـل إلى مـدرسة فنية واضحة المعالم ثابتة الأركان مميزة الأسلوب عبرت فى امتدادها عن واقع الحياة الإجتماعية ال عاشها الفنان القديم بنبض مشاعره ووجدانه .

وهـذه الـنـقـوش فى جملـتـهـا يـطـلق عليها الآن من الناحية التكنولوجية إسم النقوش الجدارية ، وما يعنينا منها فيما يتع بـالـصيـانـة والترميم هو الأساليب التى استخدمت فى التصوير وتنوعها ، وأيضا المواد التى استخدمت فى الرسم والتلوين وتج أرضيـات هـذه الـنـقـوش . وسوف نتناول النقوش الجدارية من هذا المنظور مبتدئين بصور الكهوف التى صاغها إنسان عصور قبل التاريخ .

صور الكهوف فى عصور ما قبل التاريخ

يميـل بـعـض الدارسين إلى الاعتقاد بأن الباعث للإنسان الذى عاش فى عصور ما قبل التاريخ لتصوير بعض الحيوانات بـعـض الأشخاص على جدران الكهوف الذى اتخذ منها مسكنا هو خوفه من ظله الذى لاحظ أنه يتبعه دائما ، بل يسخر ويـقـلـد حـركـاتـه . ويـرى هؤلاء الدارسين أن هذا الإنسان ربما اعتقد أنه بتصويره لهذه الكائنات التى شاركته معيشته وا تـوجـس مـنـهـا خيفة فإنه يثبتَ ظله ويوقعه تحت سيطرته ، أضف إلى ذلك الغريزة الفنية التى وجدت فى تصوير ما حولها مـنـاظـر طـبـيـعـية ومناظر لمناشط الحياة اليومية تعبيرا عما يخالج النفس من أحاسيس ومشاعر. وعلى ذلك يمكن القول بأن ذ الإنـسـان الذى عاش فى تلك العصور الموغلة فى القدم قد إتجه نحو الفن من أجل الفن بعد أن إتجه إليه أولا من أجل الـ (٢) .

المواد الملونة التى استخدمت والأساليب التى اتبعت فى التصوير فى عصور ما قبل التاريخ :

أولا : المواد الملونـــة

أمكن الإستدلال عن بعض التفاصيل عن المواد التى استخدمت فى التصوير فى عصور ما قبل التاريخ من صور الكهوف فى كل من ألتاميرا بأسبانيا ولاسكو بفرنسا .. وقد استخدمت فى تصوير هذه الكهوف مواد التلوين الآتية :

المغرة الحمـــــراء	للتلوين باللون الأحمر
المغرة الصفراء	للتلوين باللون الأصفر
معدن البيرولوسيت	للتلوين باللون الأسود
الفحم النباتى	للتلوين باللون الأســود
مسحوق الحجر الجيرى	للتلوين باللون الأبيض

وكانت هذه المواد تسحن سحنا جيدا ثم تخلط فى معظم الأحيان بالماء فقط ويلون بالمخلوط على الحجر الأبيض مباشرة دون تحضير، فيما عدا تسوية السطوح وصقلها . وقد استعمل اللون الأبيض فى بعض الصور المبكرة من العصور الباليوليثية فى أفريقيا ، وخاصة فى الكهوف المسماه بكهوف تاسيلي بالصحراء الكبرى فى ليبيا . وقد إستدل بعض الدارسين على طريقة أخرى كانت تتبع فى مزج المساحيق اللونية ، حيث كانت تخلط هذه المساحيق بالدهن الحيواني المنصهر، وكان يصور بهذا المخلوط على سطح الحجر وهو ساخن (٢) .

ثانيا : الأساليب الفنيـــــة

التلوين بطرف الإصبع : (Finger tip)

وكان يجرى التصوير بغمس الإصبع فى عجينة طرية من الطين الأحمر ثم يلون بها سطح الحجر بعد تسويته وصقله . وقد وجدت بعض الأمثلة التى تمثل هذا الأسلوب .. مثال ذلك رسم الوعل فى كهف بنــواجان فى أحد الملاجىء بأسبانيا وفى بعض المناطق الأخرى (٢) .

التلوين بالفرشــــاه :

وقد استعمل فى ذلك ثلاث أنواع من الفرش هى :

١) فرشاه من خشب صلب كانت تغمس فى اللون الداكن ويلون بها مباشرة لعمل الخطوط الخارجية والملامح البارزة .
٢) فرشاة من أغصان نباتات ليفية كانت تقضم بين الأسنان حتى تصبح الألياف سائبة ومدلاة من الطرف، وكانت تلون بها المساحات الداكنة من الصورة .
٣) فرشاة من الريش وكانت تلون بها الظلال الخفيفة ، وذلك باستخدام ألوان مخففة بكثير من الماء .

ولعل أبرز الأمثلة على هذا الأسلوب هو الثيران البرية فى ألتاميرا ، وبها تلوينات تمثل الحالات الثلاثة (٢) .

التلوين بالمـــــلء : (Daubing)

وكان يجرى التصوير إما بعمل خطوط خارجية ، وإما بغير هذه الخطوط ثم يلى ذلك ملء المساحات الداخلية . وفى معظم الحالات كانت تستعمل فى عملية الملء قطع من مواد اسفنجية تمتص اللون والماء ، مثل اللب الداخلى لبعض النباتات أو فراء الحيوانات أو ألياف الكتان. وقد وجد هذا الأسلوب ممثلا فى رسومات الأشخاص والحيوانات فى الكهوف غير العميقة فى

هضاب تاسيلى بالصحراء الكبرى بليبيا (٢) .

التلوين بالرش أو البخ : (Spray of Paintings)

وكان يتم ذلك بوضع مخلوط من مادة التلوين والماء فى الفم وبخه من بين الشفتين .. وربما تكون هذه الطريقة قد استخدمت فى الحالات التى كان يراد فيها إحداث تداخل بين لونين مختلفين (٢) .

التلوين بالنقـــط : (Dot Painting)

وكانت عملية التصوير باتباع هذا الأسلوب تتم عن طريق عمل الخطوط الخارجية للصورة أو الصورة كلها بالنقط . وكان يستخدم لهذا الغرض عود نباتى أو عود من الخشب تثبت فى نهايته قطعة من الفرو تغمس فى مخلوط المادة اللونية والماء أو مخلوط المادة اللونية ودهن الحيوانات ويلون بها على سطح الحجر بعد تسويته وصقله ولعل من أبرز الأمثلة على هذا الأسلوب رسم لحصان وجد فى كهب كوفالاناس بأسبانيا (٢) .

التلوين بأقلام ألوان جافة : (Dry Point)

وكانت تستخدم فى ذلك الألوان الطبيعية بعد تشكيلها على هيئة أقلام مدببة . ومن أهم مواد التلوين الطبيعية التى استخدمت فى هذا الأسلوب الهيماتيت والليمونيت والحجر الجيرى . وقد اصطلح على تسمية هذا الأسلوب باسم كرايون Crayon (٢) .

أساليب التصوير الجدارى فى العصور التاريخية

التركيب العام للوحة التصوير :

تتكون أى لوحة تصوير من ثلاثة عناصر أساسية هى :

الحامـــــل (Support)

أرضية التصويـــــر (Painting Ground)

طبقة التلويـــــن (Paint Layer)

والحامل فى حالة التصوير الجدارى هو جدران المبانى الأثرية ذاتها وقد تكون من الحجر الرملى أو الحجر الجيرى أو من مبانى الطوب اللبن . أما أرضية التصوير فهى فى الغالب من طبقتين هما : البطانة الداخلية (Rough Coat) والبطانة الخارجية (Coat of Plaster) .. والغرض من البطانة الداخلية هو تغطية أسطح الجدران وتسويتها وإخفاء عيوبها ، أما البطانة الخارجية فالغرض منها هو الحصول على سطح محضر بطريقة مناسبة لأسلوب التصوير الذى يرغب الفنان فى اتباعه . وطبقة التلوين هى الطبقة التى توجد فيها المادة الملونة (Pigment) ملتصقة بسطح البطانة الخارجية بوسيط لونى . ويتوقف أسلوب التصوير على نوع الوسيط ، بل يتسمى بإسمه (٢) ، ولذلك فإنه يوجد لدينا أساليب التصوير الآتية :

أسلوب التمبرا : (The Tempra Technique)

إستخدم أسلوب التمبرا، ولا يزال يستخدم، للتصوير على الجدران وعلى اللوحات الخشبية وعلى غير ذلك من حوامل، وذلك بعد تحضيرها التحضير المناسب. ونجد أن كل الصور المصرية القديمة على جدران المقابر والمعابد وعلى الخشب وأوراق البردى من هذا النوع. وفى هذا الأسلوب من التصوير تحضر أولا أرضية تصوير جافة تماما ثم يصور عليها بمواد ملونة مخلوطة بوسيط من مادة لاصقة تذوب فى الماء، مثل الصمغ العربى أو الغراء الحيوانى أو زلال البيض.. ومن خصائص صور التمبرا ما يلى:

١) لا تظهر فيها عادة علامات الفرشاة إلا إذا أخطأ الفنان وصور على أرضية الصورة قبل جفافها تماما.

٢) يمكن عادة إزالة اللون بالماء تماما، أو يمكن على الأقل إضعاف تماسكه بالأرضية بمجرد وضع الماء عليه.. على أنه فى حالة إستخدام زلال البيض (البياض أو الصفار) كوسيط يصعب جدا إزالة اللون بالماء، وخاصة بعد مرور وقت طويل. ولعل أبرز الأمثلة على ذلك النقوش الجدارية بمقابر بنى حسن (٢).

وتنقسم صور التمبرا إلى نوعين هما: تمبرا الألوان المائية وتمبرا زلال البيض، غير أنهما يشتركان معا فى الشروط وفى الخواص.

وسوف نقتصر هنا على تناول تصوير التمبرا من النوع المعروف بإسم التصوير الجدارى وذلك على النحول التالي:

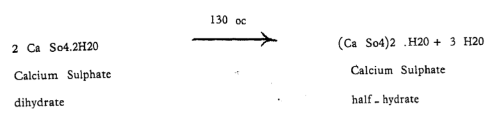
أولا: تحضير أسطح الجدران

[١]: تحضير الأسطح بملاط الجبس

إستعمل ملاط الجبس فى تحضير أسطح جدران معظم المقابر والمعابد فى مصر القديمة للتصوير عليها، وذلك منذ بداية الأسرة الثالثة المصرية على الأقل (٢).

والجبس الخام وهو مادة متبلورة، يوجد فى أماكن متفرقة من مصر وفى كثير من بلدان العالم الأخرى، وهو فى حالته الخام لا يصلح لأن يكون ملاطا، ولذلك يجب معالجته بطريقة معينة لإمكان إستخدامه كملاط.. ولقد اكتشف المصريون القدماء هذه الخاصية فى الجبس الخام، كما اكتشفوا طريقة معالجته منذ ذلك الوقت المبكر فى تاريخ البشرية.

ومن الناحية الكيميائية فإن الجبس الخام يتكون من كبريتات الكالسيوم المائية [hydrated calcium sulphate ($CaSO_4 . 2H_2O$)]: وعند تسخينه إلى درجة ١٣٠ْم تقريبا فإنه يفقد ثلاثة أرباع ماء التبلور ويتحول إلى جبس مكلس أو الجبس الباريسى (Plaster of Paris)، كما يطلق عليه فى الوقت الحاضر، وذلك وفق المعادلة الكيميائية الآتية:



$$2\,CaSo_4.2H_2O \xrightarrow{130\ ^{o}C} (CaSo_4)_2\,.H_2O + 3\,H_2O$$

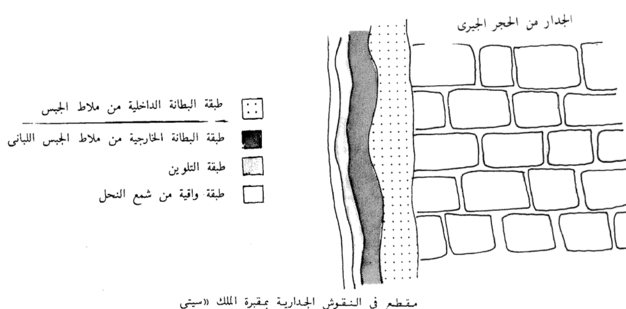
Calcium Sulphate dihydrate → Calcium Sulphate half - hydrate

وعند خلط هذا الجبس المكلس بالماء فإنه يتحد به مكونا كبريتات الكالسيوم المائية مرة أخرى ، غير أن المادة الجديدة تشك وتتصلب (Sets) نتيجة لتشابك البللورات الدقيقة ، والتى تتكون بعد وقت قصير من إضافة الماء إلى الجبس المكلس ، وتعطى مونة أو ملاطا متماسكا صلبا غير شفاف صالحا للإستعمال كأرضية للتصوير . وذلك وفق المعادلة الكيميائية الآتية :

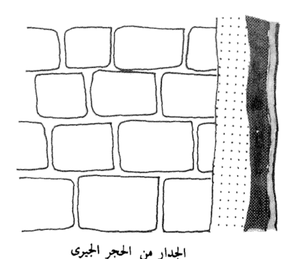
$$(CaSo_4)_2\,.\,H_2O + 3H_2O \longrightarrow 2\,CaSo_4\,.\,2H_2O + heat$$

Calcium sulphate half - hydrate → Calcium sulphate dihydrate

وقد انتهت الدراسات التى أجريت فى هذا الموضوع إلى القول بأنه لعمل الأرضية كان يؤخذ الجبس المكلس ويخلط بالماء تدريجيا إلى القوام المناسب ثم يكسى به الجدار الخشن السطح و يترك إلى أن يجف.. وتكون هذه الطبقة البطانة الداخلية. وكانت هذه البطانة الداخلية تكسى باستخدام راحة اليد بطبقة أخرى رقيقة جدا من الجبس اللبانى (أى الجبس المضاف إليه كثير من الماء)، هى البطانة الخارجية التى يجرى عليها التصوير. وتتميز هذه الطبقة بنعومتها الشديدة ومساميتها المنخفضة جدا.. ومن أمثلة ذلك النقوش الجدارية الملونة بمقبرة سيتى الأول بوادى الملوك ومقبرتى رخميرع ورعموزا بالقرنة بالأقصر (٢).



مقطع فى النقوش الجدارية بمقبرة الملك «سيتى الأول» من الأسرة ١٩ المصرية بوادى الملوك



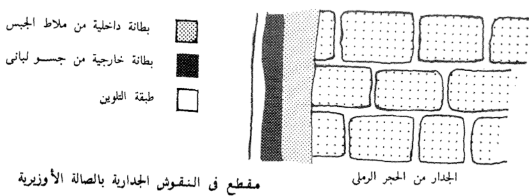
مقطع فى النقوش الجدارية بمقبرة رخميرع بالقرنة -
البر الغربى للأقصر

[٢] : تحضير الأسطح بملاط الجسو

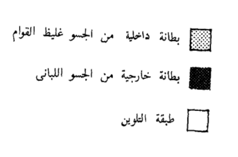
كلمة جسو هى فى الأصل كلمة إيطالية تعنى الطباشير، ولكنها تطلق حاليا على أية أرضية تلوين تصنع من أية مادة ملونة بيضاء، مثل الجبس أو الحجر الجيرى المسحوق أو أكسيد الزنك أو الإسبيداج أو مخلوط من كل هذه المواد، بعد مزجها مع محلول الغراء الحيوانى.

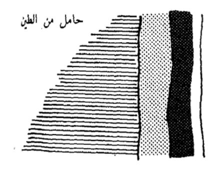
ويحضر ملاط الجسو حاليا لتجهيز أرضيات التصوير بأسلوب التمبرا بتحضير محلول من الغراء يتكون من ١ : ١٥ بالوزن من الجيلاتين والماء، ثم يؤخذ حجم من هذا المحلول ويمزج بحجم واحد من المسحوق الابيض ويقلب جيدا، ثم يكسى سطح الجدار بهذا المعجون لتكوين البطانة الداخلية، ولعمل البطانة الخارجية يخفف جزء من هذا المعجون بكثير من الماء أو بمحلول من الغراء إلى أن يصل قوامه إلى قوام اللبن ثم يكسى به سطح البطانة الداخلية باستخدام راحة اليد للحصول على البطانة الخارجية.

والواقع أن هذا النوع يعتبر من الأرضيات المثالية، من حيث المسامية، لكل أنواع التصوير. وقد إستخدم فى مصر القديمة وفى الصور الهامة من العصور الوسطى. ومن أهم أمثلتها لوحة أوز ميدوم والنقوش الجدارية بمعبد أبو سنبل (٢).



مقطع فى النقوش الجدارية بالصالة الأوزيرية
بمعبد أبو سنبل





مقطع فى لوحة أوز ميدوم

ثانيا : التلويـــن

تجرى عملية التلوين بعد أن تجف الأرضية تماما وبعد أن يزال ما قد يكون عليها من أتربة أو عوائق سطحية . ويستع فى التصوير بأسلوب التمبرا ثلاثة أنواع من الوسيطات اللونية هى الصمغ العربي والغراء الحيوانى وزلال البيض.. وسو نتناولها بإيجاز على النحو التالي :ـ

[١] : التلوين باستعمال وسيط الصمغ العربي
أى الألوان المائيـــة

يصنع المزيج اللونى فى هذا التكنيك بصحن المواد الملونة وخلطها بمحلول مائى من الصمغ العربى الذى يؤخذ من ش السنط الذى يطلق عليه باللغة اللاتينية (Acacia Arabica) .. ويحضر محلول الصمغ العربى حاليا بإضافة الصمغ المسحوق ج ببطء إلى ماء مغلى إلى أن تصبح نسبة الصمغ إلى الماء ١ : ٢ بالوزن ثم يترك لمدة يوم على الأقل ويروق فى إناء وا الفوهة ويضاف إليه قطعة صغيرة من الكافور أو بعض قطرات من البيتانفثول . ويمكن إضافة قليل من زيت دهنى إلى مح الصمغ ورجه جيدا ، وذلك لتكوين مستحلب له قدرة كبيرة على حمل حبيبات المادة الملونة ، وكذلك يمكن إضافة قليل

الجلسرين إلى المحلول لجعل طبقة اللون بعد الجفاف متماسكة ولأنه يساعد على بقاء المادة الملونة نضرة بعد الجفاف .

ويستخدم مستحلب الصمغ العربى المحضر بهذه الطريقة لتحضير الألوان المائية وألوان الجواش والباستيل عن طريق خلطه مع مساحيق الألوان التى يقصد الفنان استعمالها فى لوحته بنسب خلط تختلف من نوع إلى آخر .

[٢] : التلوين باستعمال وسيط الغراء الحيوانى

إستخدام الغراء الحيوانى كوسيط فى مصر القديمة للتصوير بأسلوب التمبرا وخاصة مع الألوان التى صنعها المصرى القديم مثل الأزرق المصرى ، والتى لم يكن من الممكن صحنها صحنا جيدا إلى مسحوق ناعم جدا مثل غيرها من المواد الملونة الطبيعية ، ومن ثم فقد كانت تحتاج إلى وسيط أكثر لزوجة من الصمغ العربى وأقدر منه فى قوة اللصق . وقد تسبب إستخدام المصرى القديم لوسيط الغراء الحيوانى فى مثل هذه الحالات فى إنفصال طبقة اللون عن الأرضية فى المقابر التى تتميز بجوها الجاف الخالى من الرطوبة . ولعل من أبرز الأمثلة على ذلك ما حدث فى بعض النقوش الجدارية بمقبرة نفرتارى بالقرنة بالأقصر .

ويلاحظ أن الألوان المحضرة بوسيط الغراء تكون عادة سهلة الذوبان أو التفكك بالماء ، ولهذا يلجأ الفنانون حاليا إلى رشها بمحلول ٤٪ من الفورمالين لجعلها أقل ذوبانا فى الماء وأكثر ثباتا .

[٣] : التلوين باستعمال وسيط زلال البيض

الأرضيات التى تستخدم عادة فى التصوير بتكنيك تمبرا زلال البيض ، هى الأرضيات المجهزة بملاط الجسو . وتجرى عملية التصوير بعد جفاف الأرضيات جفافا كاملا باتباع الخطوات التالية :-

(أ) بعد الجفاف الكامل للأرضية يرسم المنظر الذى يرغب الفنان فى تصويره بلون أسود مائى وباستخدام فرشاة رسم رفيعة .

(ب) بعد جفاف اللون الأسود الذى رسم به المنظر يدهن كل سطح اللوحة بطبقة رقيقة من مستحلب زلال البيض بعد تخفيفه بالماء بنسبة ٢ : ١ بالحجم . وليس هناك خوف من دهان سطح اللوحة بمستحلب زلال البيض الذى يكون أصفر اللون ، إذ أن اللون الأصفر سوف يزول بعد مرور بعض الوقت ولن يترك أثرا .

(جـ) يخلط حجم من مستحلب زلال البيض السابق تحضيره مع حجم من معجون مكون من مسحوق المادة الملونة والماء ويقلب هذا المخلوط تقليبا جيدا ثم يخفف بالماء حسب نوع المادة الملونة ونوع أرضية التصوير والقوام الذى يفضله المصور ودرجة اللون .

ويجرى بعد ذلك رسم المنظر وفق التصميم الذى وضعه الفنان لها . وتتميز الصور الملونة بتكنيك تمبرا زلال البيض بأن طبقة اللون تصبح ثابتة غير قابلة للذوبان فى الماء ، وخاصة بعد مرور وقت طويل عليها ، وأنها لا تصفر أو يغمق لونها بطول

الوقت ، بل تصبح أزهى كلما جفت الأرضية التى تحملها (٢)

وقد وجد سبوريل (Spurel) زلال البيض مستخدما فى مقبرة باللاهون يرجع تاريخها إلى الأسرة الثامنة عشر المصرية ، كما وجد زلال البيض مستخدما كذلك فى الصور التى تحلى جدران مقابر بنى حسن ومقابر مير من الأسرتين الحادية عشر والثانية عشر المصريتين (٢) .

ولعله يكون من المناسب أن ننهى تناولنا للتلوين باستعمال وسيط زلال البيض بالحديث عن الطريقة التى تتبع حاليا في تحضير هذا المستحلب ، وعن طريقها قد يمكن تصور الطريقة التى كانت متبعة فى تحضيره قديما .

تحضير مستحلب وسيط زلال البيض :

يتركب زلال البيض من البياض والصفار .. وحيث أن صفار البيض أقوى وأكثر كفاءة من البياض فى قوة اللصق فإنه يفضل دائما إستعمال الصفار فقط فى تصوير التمبرا . ولتوضيح ذلك نذكر فيما يلى التركيب الكيميائي لكل منهما :

المكونـــــات	بياض البيض ٪ بالـــــوزن	صفار البيض ٪ بالـــــوزن
مادة زلاليـــة	٨٤٫٨٠	٥١٫٥٠
مواد دهنية على شكل دهون وزيوت	١٢٫٠٠	١٥٫٠٠
ليسيثين (Lecithin)	آثـــار طفيفة	٩٫٠٠
مواد معدنية ذائبـــة	٠٫٧٠	١٫٠٠
مواد أخــــرى	٢٫٣٠	١٫٥٠
المجمــــوع	١٠٠٫٠٠	١٠٠٫٠٠

ويلاحظ من هذا التركيب أن المادة الوسيطة الرابطة فى بياض البيض هى مادة الزلال فقط ، ومن ثم كان غشاء اللون الناتج عن مزج المادة الملونة به هشا سهل الذوبان فى الماء . أما صفار البيض فيحتوى على كمية كبيرة من الزيت في شكل مستحلب مائي بمساعدة الليسيثين ، وعلى ذلك فإن صفار البيض يكون أقوى وأكفأ كثيرا من بياض البيض كوسيط لوني فى اسلوب التمبرا ، إذ أن الزيوت والدهون الموجودة به بكثرة تجف ببطء وتبقى معلقة فى الوسط الزلالى ، مما يجعل طبقة اللون أكثر ثباتا وأقل ذوبانا فى الماء ، كما أن وجود الدهون والزيوت معلقة فى الشبكة التى تحتوى المادة الزلالية يجعلها أكثر لدونة وأكثر تحملا للظروف الجوية .

ومن ناحية أخرى ونظرا لأن الطبقة اللونية فى تكنيك تمبرا زلال البيض تتميز بمساميتها المنخفضة ، فإنها عندما تتعرض لتأثير ظروف جوية فيها تفاوت كبير فى درجات الحرارة والرطوبة فى ساعات الليل والنهار وفى فصول السنة المختلفة تتشقق بمعدلات أكبر من غيرها ، وذلك نظرا لاختلاف معامل تمددها وانكماشها عن معامل تمدد وانكماش ما يقع تحتها من طبقات وعلى هذا الأساس يمكن القول بأن تكنيك تمبرا زلال البيض لا يصلح بصفة عامة لعمل الصور بالواجهات وفى المناطق الخارجية من المبانى الأثرية .

وفيما يختص بتحضير مستحلب وسيط زلال البيض فإنه توجد تركيبات كثيرة يخلط فيها صفار البيض مع الزيت أو الورنيش ، إلا أن معظم المصورين يفضلون إستخدام صفار البيض النقى المخفف بالماء فقط ، إذ ثبت لديهم أنه أفضل كثيرا عند استخدامه كوسيط على شكل مستحلب فى التصوير بأسلوب التمبرا . ويحضر المستحلب بالطريقة الآتية :

تكسر بيضة دجاج طازجة تماما وتفصل القشرة إلى نصفين ، ويحتفظ بالصفار فى النصف السفلى ، بينما يسقط معظم البياض فى طبق ثم ينقل الصفار إلى النصف الآخر من القشرة عدة مرات بدون خدشه إلى أن نتخلص من أكبر قدر ممكن من البياض . وأخيرا يوضع الصفار فى قدح ويخدش ثم يقلب مع ملعقتين من الماء البارد أو أكثر قليلا حسب القوام الذى يفضله المصور . ومن المفيد أن يحفظ صفار البيض بعد أن يضاف إليه نقطتين من الخل . لكى يمنع تعفنه ولكى يجعل المستحلب أقل دهنية فى قوامه ، فى إناء واسع الفوهة .

أسلوب الفريســـــكو (Fresco Technique)

يتميز التصوير بأسلوب الفريسكو بثبات الألوان بدرجة كبيرة جدا ، بحيث لا يمكن إزالتها بالماء. وفى هذا الأسلوب من التصوير يقوم الفنان بتلوين المناظر على أرضية طازجة طرية من ملاط الجير (Fresco) ودون إستخدام أى وسيط لونى.. أى دون مزج المساحيق اللونية بوسيط من مادة لاصقة ، كما هو الحال فى التصوير بأسلوب التمبرا (٢) .

والأساس العلمى للتصوير بأسلوب الفريسكو هو اتحاد غاز ثانى اكسيد الكربون الذى فى الجو بهيدروكسيد الكالسيوم الذى فى ملاط الجير ليكون كربونات الكالسيوم الغير قابلة للذوبان فى ، الماء وذلك وفق المعادلة الكيميائية الآتية :

$$Ca\ (OH)2 + Co2 \longrightarrow Ca\ Co3 + H20$$

ولما كان الفنان يقوم بعملية التلوين والأرضية مازالت طرية ، فإن حبيبات المساحيق اللونية المتناهية فى الدقة تندمج فى طبقة الملاط وتتداخل فى مسامها وترتبط بها إرتباطا كاملا بفعل كربونات الكالسيوم ، وهو الأمر الذى يؤدى إلى عدم تأثرها بالماء أو بالمحاليل المائية ، شأنها فى ذلك شأن كربونات الكالسيوم الغير قابلة للذوبان فى الماء .

وبعد أن شرحنا الفكرة الأساسية فى التصوير بأسلوب الفريسكو، ولماذا تبقى الألوان ثابتة لا تذوب فى الماء أو تتأثر به. فإننا سوف نتحدث عن الطريقة المتبعة حاليا فى التصوير بهذا التكنيك ، لعلنا نستطيع أن نتصور معا الطريقة التى اتبعها الفنان القديم للتصوير بهذا الأسلوب ، وذلك على النحو التالى :

[١] يطفأ الجير الحى الحديث الحرق ثم ينخل مباشرة بمناخل من السلك دقيق الثقوب لتخليصه من الحصى الذى قد يكون متواجدا به.

[٢] ينقل الجير المطفى بعد نخله مباشرة إلى براميل من الصاج أو البلاستيك ويضاف إليه ماء خال من الأملاح ويترك قليلا ثم يصفى الماء ويضاف إليه ماء آخر وهكذا إلى أن يتم تخليصه مما به من أملاح.

[٣] بعد أن يتم إذابة الأملاح يغطى سطح الجير المطفى بقليل من الماء ثم تغلق البراميل بغطاء محكم حتى لا يتسرب إليه غاز ثانى أكسيد الكربون من الجو ويترك على هذا النحو مدة كافية حتى ينضج تماما.

[٤] تغسل كمية مناسبة من الرمال عدة مرات الى أن يتم إذابة ما بها من أملاح، وتترك لتجف .

[٥] يخلط الرمل الخالى من الأملاح بالجير المطفى الناضج بنسبة ٢ : ١ ويعجن المخلوط بالماء الخالى من الاملاح عجنا جيدا.

[٦] يرش سطح الجدار، الذى يجب أن يكون خاليا من الأملاح ، بمونة خفيفة القوام من الرمل الناعم الخالى من الأملاح والأسمنت ويترك إلى أن تتصلب المونة الأسمنتية، ثم تغسل الطرطشة الأسمنتية جيدا بالماء إلى أن يزول ما بها من أملاح .

[٧] يمزج مسحوق المواد الملونة بالماء الخالى من الأملاح ويتركا لليلة كاملة حتى يختلطا معا تماما .

[٨] تكسى الطرطشة الأسمنتية بملاط الجير السابق تجهيزه ويسوى السطح جيدا . ويجب أن يراعى الفنان أن هذه الطبقة من ملاط الجير هى الأرضية النهائية للوحة التى يريد تصويرها .

[٩] يوقع الرسم على طبقة ملاط الجير الطرية بفرشاة دائرية ناعمة وبدون ضغط على الأرضية الطرية ، وذلك إذا كان فى الإمكان تنفيذ تصوير اللوحة كلها فى يوم واحد قبل جفاف الأرضية .

[١٠] تجرى عملية التلوين بعد توقيع الرسم مباشرة بمزيج المساحيق اللونية ، وعلى أن يبدأ التصوير من أعلى إلى أسفل فى إتجاه واحد وبسرعة . ويجب أن يجرى التلوين بطرف فرشاه وبدون ضغط على طبقة الملاط الطرية .

[١١] فى حالة إذا ما كان من غير الممكن تنفيذ كل اللوحة فى يوم واحد فإنه يجب تحضير الأرضية الطرية الطازجة للجزء الذى سيجرى تصويره يوما بيوم ، كما لو كان لوحة مستقلة . وفى هذه الحالة يجب أن تقع خطوط اللحام فى أجزاء غير ظاهرة فى اللوحة، وهى عادة تكون عند بعض الخطوط المحددة لملامح الصورة، لافى المساحات الملونة الواسعة .

[١٢] يتم عمل الرتوش بعد مرور أربعة أسابيع على تصوير اللوحة . وتستخدم عادة فى عملية الرتوش ألوان الكازيين. ويراعى أن تكون عملية الرتوش فى أضيق الحدود.

وقد وجد أسلوب الفريسكو مستخدما فى لوحة الكوم الأحمر التى يرجع تاريخها إلى عصر ما قبل الأسرات، ثم شاع إستخدامه فى مصر فى القرنين الثانى والثالث قبل الميلاد . وقد استخدم أسلوب الفريسكو كذلك فى جزيرة كريت فى القرن الخامس قبل الميلاد، ولازالت أجزاء من القصر المينوى فى كنوسوس تحمل صورا قوية ثابتة جرى تصويرها بأسلوب الفريسكو منذ ما يزيد على ثلاثة آلاف عام (٢).

مواد التلوين التي استخدمت فى العصور التاريخية

نبذة تاريخيـــــة :

إستخدمت مواد التلوين سواء كانت من مصادر حيوانية أو نباتية أو من المعادن الطبيعية منذ عصور ماقبل التاريخ فى أغراض التجميل الشخصية وفى تزيين الأدوات والأسلحة البدائية وأيضا فى التصوير.

ويرجح كثير من الدارسين أن المواد الملونة التى كان يستخرجها الانسان القديم من الزهور البرية والبذور وجذوع النباتات ومن ثمار الأشجار ومن بعض الحشرات ، كانت أول ما استخدم فى عمليات التلوين .

وقد إتجه الإنسان ، بعد ذلك ، عندما تبين أن مواد التلوين هذه تبهت سريعا عندما تتعرض لأشعة الشمس إلى استخدام مواد التلوين الطبيعية التى كان ينتقيها من الصخور الرسوبية ، وكان من أهمها أكاسيد الحديد ذات الألوان الأحمر والأصفر

والبنى ومسحوق الحجر الجيرى الأبيض اللون ، كما اتجه إلى حرق الأخشاب والعظام واستخدم الكربون الناتج عنها فى التلوين باللون الأسود (٣٨ — ١٣٩) .

وفى العصور التاريخية المبكرة أضاف الفنانون إلى ماورثوه عن أسلافهم مركبات معدنية كثيرة منها ، معادن الرهج الأصفر (Orpiment) والزنجفر (Cinnabar) والملاكيت (Malachite) والأزوريت (Azurite) ورهج الغار (Realgar) واللازورد الآتى من وراء البحار (Lapislazuli or Ultramarine natural) .

ولما كانت هذه المركبات المعدنية الملونة تعتبر من وجهة النظر الجيولوجية من الأحجار النصف كريمة ، فان استخداماتها المبكرة قد انحصرت فقط فى أماكن تواجدها ، ولكنها وبمضى الوقت أصبحت من السلع التجارية ، ومن ثم فقد تبادلتها الشعوب القديمة ، ويوجد من الشواهد الأثرية مايدل على أن الرهج الأصفر قد استخدم فى الصين منذ ثلاثة آلاف سنة قبل الميلاد ، وأن معدن الأزوريت قد استخدم كمادة تلوين فى مصر القديمة منذ مايقارب هذا التاريخ (٣٨ — ١٤٠) .

والواقع أن الفنانون القدامى لم يكتفوا بما كانوا يتحصلون عليه من مواد ملونة طبيعية ، ونجد أنهم قد أضافوا إليها عددا من المواد الملونة الصناعية ، ولعل من أشهرها الأزرق المصرى (Egyptian blue) ، الذى صنعه المصرى القديم من خاماته الطبيعية واستخدمه كمادة تلوين منذ أوائل عصر الأسرات أى منذ مايقرب من ثلاثة آلاف عام قبل الميلاد .

وبالإضافة إلى الأزرق المصرى ، فقد قام الفنانون القدامى بتصنيع عدد آخر من المواد الملونه الصناعية ، ومنها على سبيل المثال الأكسيد الأصفر للرصاص والأكسيد الأحمر للرصاص وكربونات الرصاص القاعدى والبرونز المذهب (Vermilon) ، الذى ورد ذكره فى كتابات الكيميائيين العرب فى القرنين الثامن والتاسع الميلاديين ، والذى ثبت استخدامه قبل ذلك بقرون فى الصين .

ولقد ظلت المواد الملونة ، وكما كانت دائما ، تشكل عنصرا هاما من عناصر التبادل التجارى بين الشعوب ، وكانت تنقل إلى مسافات بعيدة . وعلى سبيل المثال فقد نقل التجار إلى أوروبا فى العصر البيزنطى المادة الملونة المعروفة باسم مادة التلوين اللازورديه الآتية من وراء البحار (Ultramarine) من أفغانستان وما يجاورها من بلاد ، كما نقلوه فى نفس الوقت تقريبا جنوبا إلى الصين (٣٨ — ١٤٠) .

وفى عصر النهضة أضاف الفنانون إلى ماكان يستخدمه أسلافهم من مركبات معدنية ملونة عددا كبيرا من مواد التلوين ، التى استخرجوها من النباتات ، ومن أهمها مواد التلوين المستخرجة من نبات القرطم (Safflower) والخشب البرازيلى ونبات الوشمة (Woad) ، ونبات النيلة ، الذى يستخرج منه صبغ أزرق .

وفى وقت لاحق استخدم فنانو عصر النهضة أيضا مادة التلوين ذات اللون البنى الداكن التى استخرجوها من حيوان السبيدج (Sepia) ، والمادة ذات اللون الأسود الداكن التى صنعوها من السخام (Bistre) .

ولقد شهدت السنوات المتعاقبة من القرن الثامن عشر الميلادى وثبة كبيرة فى هذا المجال ، حيث تمكن الكيميائيون من تصنيع عدد كبير من مواد التلوين (٣٨ — ١٤١ ، ١٤٢) ، ففى عام ١٧٠٤ تمكن ديسباخ (Diesbach) فى ألمانيا من تصنيع مادة التلوين ذات الشهرة الكبيرة والمعروفة باسم الأزرق البروسى (Prussian blue) . وفى الربع الأخير من القرن نفسه ،

ونتيجة لاكتشاف عدة عناصر كيميائية جديدة تمكن الكيميائيون المهتمون بمواد التلوين من السير قدما فى عمليات تصنيع المركبات الملونة ، ففى عام ١٧٧٨ تمكن شيلا (Scheele) من تصنيع مركب زرنيخيت النحاس (Copper arsenite) ذو اللون الأخضر ، والذى يعرف باسم أخضر شيلا (Scheelès green) وفى عام ١٧٨٠ ظهرت لأول مرة مادة التلوين الخضراء المعروفة باسم الأخضر الكوبالتى (Cobalt green) ، وفى عام ١٧٨٢ صنعت مادة التلوين البيضاء المعروفة باسم أكسيد الزنك (Zinc oxide) .

وفى القرن التاسع عشر وفى عام ١٨٠٢ ظهرت مادة التلوين الزرقاء المعروفة باسم الأزرق الكوبالتى (Cobalt blue) ، وتوالت بعد ذلك عمليات التصنيع ، ففى عام ١٨٠٩ قام الكيميائى الفرنسى فوكويلين (Vauqueline) بتصنيع مادة التلوين الصفراء المعروفة باسم الأصفر الكرومى (Chrome yellow) .وفى عام ١٨١٧تمكن سترومير (Stromeyer) من تصنيع مادة التلوين الصفراء المعروفة باسم أصفر الكادميوم (Cadmium yellow) ، وفى عام ١٨٢٦ قام جويمت (Guimet) بتصنيع مادة التلوين الزرقاء المعروفة باسم مادة التلوين اللازورديه الآتية من وراء البحار (Ultramarine blue) ، وفى عام ١٨٣٨ تمكن جويمت أيضا من تصنيع مادة التلوين الخضراء المعروفة باسم الأخضر الزبرجدى (Viridian) ، وهو من أكاسيد الكروم .

ولم يكتف المهتمون بمواد التلوين بما توصل إليه أسلافهم وحققوا فى السنوات الأولى من القرن العشرين إضافات على جانب كبير من الأهمية . ولقد كان من أبرزها تصنيع مواد التلوين الحمراء المعروفة باسم أحمر الكادميوم (Cadmium reds) فى عام ١٩١٠ ، ثم تصنيع مواد التلوين المشتقة من أكاسيد التيتانيوم (Titanium oxide pigments) فى عام ١٩٢٠ .

وفى السنوات التالية أضيف إلى ذلك مادة التلوين ذات اللون البرتقالى المعروفة باسم برتقالى الموليبدنوم (Molybdate orange) ، وبعدها مادة التلوين الزرقاء المعروفة باسم أزرق المنجنيز (Manganese blue) .

الخواص الكيميائية لمواد التلوين :

تشتمل مواد التلوين على نوعيات مختلفة من المركبات الكيميائية ، وعلى ذلك فإنها تختلف فيما بينها اختلافا كبيرا فى خواصها الكيميائية . والغالبية العظمى من مواد التلوين ذات تركيب كيميائى غير عضوى ، وتشتمل على أكاسيد وكبريتيدات وكربونات وكرومات وكبريتات وفوسفات وسيليكات العناصر المعدنية الثقيلة (Heavy metals) ، أما القليل منها ، وعلى سبيل المثال الأزرق البروسى (Prussian blue) والأخضر الزمردى (emerald green) ، فيتكون من مركبات عضوية وغير عضوية متراكبة (Complex metallo organic compounds) . ومن جهة أخرى فقد استخدم الكربون ، سواء كان على صورة سناج أو فحم مسحوق والذهب وبودرة الألومنيوم فى أغراض التلوين على صورة فلز نقى تقريبا .

ومن وجهة النظر المثالية ، يجب أن تكون مواد التلوين على درجة كبيرة من الخمول الكيميائى ، كما يجب ألا تتأثر بالأحماض القوية والقلويات والحرارة ، غير أنه ومن الناحية الواقعية لا تتوفر هذه المواصفات مجتمعة إلا فى عدد قليل جدا من مواد التلوين ، وبالتحديد أسود الكربون وأكسيد الكروم وألومينات الكوبالت المعروفة باسم الكوبالت الأزرق (Cobalt blue) ،

وتتفاوت مواد التلوين فيما بينها فى مدى مقاومتها لتأثير الحرارة والأحماض والقلويات ، ونجد أن قليلا منها ، وعلى الأخص أكاسيد الكوبالت والكروم والقصدير والحديد تتميز بمقاومتها الكبيرة لتأثير الحرارة ، ولهذا فإنها تستخدم عادة فى عمليات تلوين الفخار بالتزجيج (٣٨ ــ ١٣٨) .

واذا ما تناولنا مواد التلوين من منظور استخدامها فى النقش والتصوير ، فإنه يكتفى بأن يتوفر فيها درجة من الثبات الكيميائى تكفى لمقاومة تأثير الضوء والهواء النقى والرطوبة .

والضوء ، وخاصة ضوء الشمس القوى ، هو المسئول عن حدوث بعض التفاعلات الضوء كيميائية (Photochemical reactions) ، وهى التفاعلات التى تتسبب فى تعتيم واغمقاق ألوان بعض مواد التلوين وفى إحداث تغيرات واضحة فى ألوان البعض الآخر .

وفى حالة مواد التلوين ذات التركيب الكيميائى العضوى ، نجد أن الضوء يتسبب فى بهتان ألوانها ، وربما فى بعض الحالات يؤدى إلى زوال اللون بصورة كاملة (٣٨ ــ ١٣٨) .

و يزداد تأثير الضوء عادة بمساعدة الحرارة والرطوبة ، وقد ثبت أن أحمر الرصاص (Red lead) فى وسيط لونى من الغراء قد تحول إلى ثانى أكسيد الرصاص ذو اللون البنى بفعل التأثير المشترك للضوء والحرارة .

والهواء الرطب ، وما قد يحمله من غازات التلوث الجوى ، و بوجه خاص ثانى اكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين ، فضلا عن غاز الأكسيجين الذى يحتوى عليه ، يتسبب هو الآخر فى حدوث بعض التفاعلات الكيميائية التى تؤدى عادة إلى بهتان بعض الألوان ، وربما إلى ضياعها كلية ، ولقد أثبت تشيرش (Church) وآخرون أن مواد التلوين المحضرة حديثا تبهت بتعرضها للهواء ، وخاصة اذا كان محملا بالرطوبة ، كما أثبت بطريقة عكسية أن مواد التلوين هذه تتأثر بدرجة أقل كثيرا إذا كان الهواء جافا ، وأن تأثير الهواء يكاد يكون معدوما إذا كان خاليا من الرطوبة وغاز الأكسيجين ، والواقع أن الدور الذى تلعبه الرطوبة فى بهتان الألوان لم يفهم حتى الآن بالقدر الكافى ، وان كان يعتقد أن الرطوبة تقوم بدور العامل المساعد النشط فى التفاعلات الكيميائية التى تحدث بين أكسيجين الهواء ومواد التلوين .

و بطبيعة الحال فإن الثبات الكيميائى أو الخمول الكيميائى النسبى يعتبر من الإحتياجات الأساسية التى يجب أن تتوفر فى مواد التلوين ، حتى يتحقق الإتساق أو الإنسجام التام فيما بينها ، وذلك على أساس أن مواد التلوين التى تستخدم فى التصوير والنقش تمزج معا فى بعض الحالات أو تكون موضوعة بجانب بعضها فى حالات أخرى ، الأمر الذى يحقق إمكانية قيام تفاعلات كيميائية فيما بينها . وعلى سبيل المثال نجد أنه فى بعض الحالات وتحت ظروف معينة تحدث تفاعلات كيميائية بين مواد التلوين التى تتكون من الكبريتيدات وبين مواد التلوين التى يدخل فى تركيبها النحاس والرصاص ، و ينتج عن هذه التفاعلات تكون مركبات كبريتيد النحاس وكبريتيد الرصاص ذات اللون الأسود . والواقع ورغم منطقية حدوث هذه التفاعلات ، فإن فرص حدوثها من الناحية الفعلية ضئيلة ، وذلك اذا ما أخذنا فى الإعتبار أن مواد التلوين تمزج عادة بزيت الكتان المغلى أو غيره من الوسيطات اللونية ، وأن مزجها بزيت الكتان يجعل جزيئاتها المتناهية فى الدقة معزولة بعضها عن البعض الآخر، مما يقلل من فرص قيام تفاعل كيميائى بينها (٣٨ ــ ١٣٩) .

ونجد أن بعضا من مواد التلوين التى يدخل الأكسجين فى تركيبها الكيميائى (Oxygen bearing pigments) ، وخاصة الكرومات (Chromates) تؤكسد مواد التلوين ذات التركيب الكيميائى العضوى ، وفى نفس الوقت فانها تختزل بفعل هذه المواد الى صيغة كيميائية أخرى .. وعلى سبيل المثال فان كرومات الرصاص ذات اللون الأصفر تختزل الى أكسيد الكروم الأخضر اللون .

وعلى أية حال فإننا يجب أن نتناول الخواص الكيميائية لمواد التلوين من خلال سلوكها الكيميائى تجاه المحاليل الكيميائية القوية ، حتى نستطيع ، على ضوء هذه الخواص إختيار أنسب المواد وأفضل الأساليب لعلاج وصيانة النقوش والصور الجدارية وحتى نتجنب بذلك إحداث أى تغير فى خصائصها اللونية . وحتى ندلل على ذلك ، فقد ثبت أن كثيرا من مواد التلوين ، وعلى الأخص الكربونات (Carbonates) ومادة التلوين اللازوردية الآتية من وراء البحار (Ultramarine) وبعض الأكاسيد والكبريتيدات (مثل اكسيد الرصاص والزنك وكبريتيد الكادميوم) يتكسر تركيبها الكيميائى ويتغير لونها بفعل الأحماض ، كما أن الأزرق البروسى (Prussian blue) ، يتأثر تركيبه الكيميائى ، ومن ثم لونه بفعل القلويات . ومن ذلك يمكن القول بأنه يجب تجنب إستخدام هذه المحاليل الكيميائية فى علاج النقوش والصور الجدارية عند وجود مواد التلوين هذه .

الخواص الطبيعية لمواد التلوين :

الخواص الطبيعية لمادة ، هى الخواص الكامنة أو المتأصلة فى المادة ذاتها ، دون أن تؤثر فى علاقاتها الكيميائية ، أى إتحادها مع غيرها من المواد .

وفيما يختص بمواد التلوين نجد أن اللون ، هو أكثر خواصها الطبيعية أهمية ، وذلك على اساس أنه الخاصية التى تحدد مدى صلاحيتها للتلوين .

ومن الثابت علميا أن المواد تتلون أو يكون لها لونا نتيجة لخاصية الإمتصاص الإختيارى أو الإنتقائى للمكونات الطيفية للضوء الأبيض ، ولهذا نجد أن المواد الملونة تكتسب ألوانها المميزة والمختلفة نتيجة للإختلافات الطبيعية فيما بينها فى خاصية هذا الإمتصاص الإختيارى لمكونات الضوء الأبيض (٣٨ ــ ١٤٣) .

ولقد أثبت مرفن (Merwin) وهو بصدد دراسته للخواص البصرية ونظرية اللون أن الخصائص اللونية لمواد التلوين ، من حيث تدرج لون ونقاء وتألق الضوء المنتشر المنعكس منها تعتمد على مدى مقدرتها على امتصاص المكونات الطيفية للضوء الأبيض وأيضا على حجم وشكل ومظهر (Texture) حبيباتها .

وقد اهتم مرفن بدراسة الخصائص البصرية لعدد كبير من مواد التلوين ، وأثبت أن حبيبات مواد التلوين تختلف فى درجة العمق اللونى تبعا لمعامل الإنكسار الضوئى (Refractive index) وحجم هذه الحبيبات وأن درجة عمق اللون تتناسب تناسبا طرديا مع معامل الإنكسار الضوئى .. أى أن أكثر الحبيبات عمقا فى اللون هى تلك الحبيبات التى تتميز بأكبر معامل إنكسار ضوئى (٣٨ ــ ١٤٤) .

والواقع أن معامل الإنكسار الضوئى ، وهو القيمة التى تقاس بها قوة إنكسار الضوء بفعل حبيبات المواد الملونة عندما يمر

الضوء من خلالها ، يعتبر من أهم العوامل التى تتحكم فى الخصائص البصرية أو اللونية ، وذلك باعتبار أن قوة تغطية (Hiding power) مواد التلوين الشفافة للسطوح تعتمد على معامل الإنكسار الضوئى لحبيباتها . وعلى سبيل المثال فإن ثانى أكسيد التيتانيوم ومعامل إنكساره الضوئى ٢٫٥٥ يعتبر أكثر مواد التلوين البيضاء بياضا وأكثرها من حيث قوة التغطية ، بينما نجد أن كلا من أبيض الرصاص وأبيض الزنك ومعامل إنكسارهما حوالى ٢٫٠٠ أقل منه من حيث البياض وقوة التغطية ، وفى هذا يقول مرفن أن الضوء المنعكس من سطح حبيبات المادة الملونة مقاسا بالضوء المنعكس من وحدة المساحات (Unit area) يزداد بزيادة قيمة معامل الإنكسار الضوئى . وأثبت مرفن أيضا أن حبيبات المادة الملونة تعكس معظم الضوء الساقط عليها عندما تكون محاطة بالهواء فقط وأن كمية الضوء المنعكس بفعلها تقل عندما تكون محاطه بوسيط لونى (Vehicle) فى حين تتناسب كمية الضوء المنعكس من سطح صورة أو نقش مع الفرق بين معامل الإنكسار الضوئى لحبيبات مادة التلوين وبين معامل الإنكسار الضوئى للوسيط اللونى .. أى أنه كلما كان معامل الإنكسار الضوئى لحبيبات مادة التلوين كبيرا ومعامل إنكسار الوسيط اللونى صغيرا ، كلما كانت كمية الضوء المنعكس من سطح الصورة أو النقش كبيرة ، ومن ثم تزداد حبيبات المادة الملونة عمقا فى اللون وفى قوة التغطية .

وقوة التغطية هى خاصية مواد التلوين ، عندما تستخدم كطلاء ، فى حجب السطوح التى تغطيها ، وفى حالة مواد التلوين البيضاء فإن قوة التغطية تقاس بمدى مقدرة مواد التلوين على عكس الضوء الساقط عليها وبمدى قدرتها على حجب الطلاء الأسود اللون ، أما فى حالة مواد التلوين السوداء فان العكس هو الصحيح .. أى أن قوة التغطية تقاس بمدى قدرتها على إمتصاص الضوء الساقط عليها وبعدم مقدرة مواد التلوين البيضاء على حجبها . وكقاعدة عامة فإن قوة تغطية مواد التلوين تتناسب مع معامل إنكسارها الضوئى وحجم حبيباتها وأيضا مع درجة عمق لونها ، ونجد أن مواد التلوين التى تتكون من مركبات المعادن الثقيلة (Heavy metals) ، هى أكثر مواد التلوين قوة فى التغطية ، وإن كانت بعض مواد التلوين هذه ، مثل أسود الكربون ومادة التلوين اللازورديه الآتية من وراء البحار(Ultramarine) تشذ عن هذه القاعدة (٣٨ — ١٤٤) .

ومعامل الإنكسار الضوئى ورغم أهميته الكبيرة فى تحديد الخصائص اللونية والبصرية لمواد التلوين ، ليس وحده العامل المؤثر ، بل إن حجم وشكل الحبيبات لهما أيضا دور هام فى هذا الخصوص ، وذلك إذا أخذنا فى الإعتبار أن استواء ونعومة وتماثل الغشاء الملون فى نقش أو صورة (Paint film) ، وهى أمور لها تأثير كبير على الخصائص البصرية ، يتوقف على حجم حبيبات مواد التلوين المستخدمة ، وأن زوايا سقوط الضوء على سطح نقش أو صورة ، وبالتالى زوايا إنعكاسه ، وهى أيضا أمور لها تأثير كبير على الخصائص البصرية واللونية ، ترتبط إرتباطا مباشرا بشكل حبيبات مواد التلوين .. وعلى ذلك فإنه يجب أن تكون حبيبات مواد التلوين دقيقة جدا فى الحجم ومتشابهة فى الشكل ، إذا أردنا الحصول على غشاء لونى بالخصائص البصرية واللونية السليمة (٣٨ — ١٤٥) .

ولما كانت طرق تحضير مواد التلوين تتعدد بتعدد مصادرها ، فإنه وبطبيعة الحال يترتب على ذلك إختلاف حبيبات مواد التلوين فى الحجم والشكل تبعا للخامة المأخوذة منها والطريقة التى اتبعت فى تحضيرها . ونجد أن حبيبات مواد التلوين المحضرة بصحن المعادن الطبيعية (Naturel minerals) ، ليست إلا شطفا من بللورات هذه المعادن ، ولهذا فإنها تكون عادة خشنة إلى حد ما ، وتتميز بحوافها الغير منتظمة وبأركانها ذات الزوايا . من أمثلتها الأزوريت (Azurite) والزنجفر

(Cinnabar) والبرونز المذهب (Vermilion) .

أما مواد التلوين المأخوذة من الصخور الرسوبية فهي تحضر بصحن أخلاطها الطبيعية ثم وضعها فى قزانات كبيرة مملوءة بالماء وتقليبها جيدا ثم تركها حتى ترسو حبيباتها الكبيرة الحجم ، وفى هذه الحالة تظل الحبيبات الدقيقة الحجم معلقة فى الماء . وبعد أن ترسو الحبيبات كبيرة الحجم ينقل الماء المحمل بالحبيبات الدقيقة الطافية إلى قزان آخر و يترك به حتى ترسو الحبيبات الأكبر حجما ، ثم ينقل الماء المحمل بالحبيبات الأكثر دقة إلى قزان آخر و يترك به مدة كافية لترسو الحبيبات الأكبر حجما . وبعدها ينقل الماء المحمل بالحبيبات الأكثر دقة الى قزان آخر، وهكذا الى أن تترسب جميع حبيبات مواد التلوين . وتتميز مواد التلوين المحضرة بهذه الطريقة بأن حبيباتها تكون عادة غير منتظمة الشكل ، ولكنها مستديرة الحواف ، وبأنها غالبا ما تكون غير متماثلة سواء فى التركيب الكيميائى أو اللون . ومن أمثلتها مادة التلوين المعروفة بإسم الأخضر الأرضى (Creen Earth) ، وهى مادة معقدة التركيب الكيميائى ، ولكنها تتكون أساسيا من سليكات الحديد والماغنسيوم والألومنيوم والبوتاسيوم المائية ، والترسينا النيئة (Raw sienna) ، وهى مادة ترابية طحينية اللون تشتمل على الحديد .

ومواد التلوين الحديثة التى أمكن تصنيعها إبتداء من القرن الثامن عشر ، والتى تحضر عن طريق تفاعلات كيميائية معقدة بين مكوناتها وفى درجات حرارة عالية ، فإنها تتميز بأن حبيباتها تكون على شكل بللورات منتظمة تختلف فى خواصها الطبيعية وحجمها باختلاف ظروف تكونها . ومن أمثلتها مادة التلوين اللازوردية الآتية من وراء البحار (Ultramarine blue) وأكسيد الكروم وأبيض الرصاص (Lead white) .

و يعبر عن حجم حبيبات مواد التلوين عادة بالميكرون (الميكرون ٠٠١ر، من المليمتر) . وحسبما يرى مرفن فإن حجم الحبيبات يعتبر صغيرا جدا إذا كان قطرها يقل عن ٨ر، من الميكرون ، و يعتبر حجمها صغيرا إذا كان قطرها يتراوح مابين ٨ر، ، ٢ ميكرون ، فى حين أنه يعتبر متوسطا إذا كان قطر الحبيبات يتراوح مابين ٢ ، ٥ ميكرون . أما إذا كان قطر الحبيبات يتراوح مابين ٥ ، ١٠ ميكرون فإن حجمها يعتبر كبيرا ، واذا كان قطر الحبيبات يصل إلى أكثر من ١٠ ميكرون ، فإنها تعتبر فى هذه الحالة كبيرة جدا . والواقع أن معظم مواد التلوين يتراوح حجم حبيباتها فى المتوسط مابين ٥ر، ، ١٠ ميكرون .

وبجانب معامل الإنكسار الضوئى وحجم الحبيبات وشكلها توجد عوامل أخرى تؤثر تأثيرا متفاوتا فى طبيعة الغشاء اللونى وخصائصه ، ومن أهمها الثقل النوعى أو الكثافة النسبية لمواد التلوين وقابليتها لتشرب الوسيط اللونى المستخدم فى مزجها وإعدادها لعملية التلوين .

وفيما يختص بالثقل النوعى أو الكثافة النسبية نجد أن مواد التلوين تختلف فيما بينها إختلافا واضحا ، الأمر الذى يجب أن يؤخذ فى الإعتبار سواء عند تحضيرها وإعدادها لعملية التلوين أو عند عملية الطلاء ذاتها . وبعض مواد التلوين ، وخاصة مواد التلوين ذات التركيب العضوى تتميز بكثافتها النسبية المنخفضة جدا و بحجمها النوعى الكبير جدا . ومن أمثلتها مادة التلوين الكربونية السوداء المعروفة باسم سناج المصابيح (الكثافة النسبية ١٫٧٧) . أما العدد الأكبر من مواد التلوين ، ومعظمها من مركبات المعادن الثقيلة (Heavy metals) ، فإنها تتميز بكثافتها النسبية المرتفعة جدا . ومن أمثلتها البرونز

المذهب (Vermilion) وكثافته النسبية ٨٫٠٩ وأحمر الرصاص (Red lead) وكثافته النسبية ٨٫٧٣ . والثابت علميا أن حبيبات مواد التلوين ذات الكثافة النسبية العالية تترسب بسرعة كبيرة من محاليل الطلاء ، ولهذا فإنه يلاحظ فى حالة محاليل الطلاء التى تتكون من مواد تلوين تختلف فى كثافتها النسبية حدوث انفصال طفيف بين حبيبات مواد التلوين ذات الكثافة النسبية الكبيرة وحبيبات مواد التلوين ذات الكثافة النسبية الصغيرة عند فرد المحلول اللونى بسمك كبير على سطح أفقى .

أما من حيث قابلية مواد التلوين لتشرب الوسيط اللونى فإننا نجد أن مواد التلوين تختلف فيما بينها إختلافا كبيرا . ويعبر عن قابلية مادة التلوين لتشرب الوسيط اللونى بكمية زيت الكتان اللازمة لاحتواء كل حبيبات مادة التلوين وتحويلها إلى عجينة لينة القوام . وعلى سبيل المثال نجد أن أبيض الرصاص يتشرب كمية صغيرة من الزيت تصل من ٩ الى ١٢٪ بالوزن ، فى حين نجد أن الترسينا النيئة (Raw sienna) تتشرب كمية كبيرة من الزيت تصل الى ٥٠٪ بالوزن .

والواقع أن قابلية مواد التلوين لتشرب الوسيط اللونى ليست قيمة طبيعية ثابتة (Physical constant) ، ولكنها تختلف فى حدود صغيرة جدا من عبوة مادة تلوين إلى عبوة أخرى وتعتمد على نوعية وحالة الوسيط اللونى المستخدم ، وكذلك تعتمد على كيفية ودرجة المزج . وكقاعدة عامة تفضل مواد التلوين ذات القابلية الصغيرة لتشرب الوسيط اللوني ، وخاصة إذا كان من زيت الكتان وذلك على اعتبار ما يطرأ عادة على الوسيط اللونى من تغيرات كيميائية وطبيعية تؤدى إلى إصفرار لونه وفقدان صلابته وتماسكه (٣٨ — ١٤٩) .

ويرى بعض الدارسين ، ومنهم مرفن ، أن مقدرة مواد التلوين على تشرب الوسيط اللوني تعتمد على كثافتها النسبية ، بحيث تكون مواد التلوين ذات الكثافة النسبية العالية هى أقل مواد التلوين مقدرة على تشرب الوسيط اللوني . فى حين يرى جاردنر (Gardner) ، أن مقدرة مواد التلوين على تشرب الوسيط اللونى تعتمد بطريقة أساسية على السطح النوعى لحبيبات مواد التلوين (Inter-facial) ، وشكل الحبيبات وحجمها وطريقة مزجها مع الوسيط اللونى وأيضا على الخواص الكيميائية لكل من مادة التلوين والوسيط اللونى . ويرى جاردنر أيضا أن هذه العوامل مجتمعة لها تأثير كبير على لدونة وانسجام الغشاء اللونى .

أهم مواد التلوين التى استخدمت فى التصوير والنقش الجدارى

المغرات الحمراء والصفراء والبنى (Red, Yellow and brown Ochres)

المغرات مركبات ترابية طبيعية غير عضوية ، تتكون أساسا من السيليكا ومعادن الطفلة (Clay minerals) وتكتسب ألوانها بفعل أكاسيد الحديد التى توجد عادة ضمن مكوناتها الكيميائية. وتختلف ألوان المغرات نتيجة لاختلاف الحالة أو الصيغة الكيميائية التى تتواجد عليها أكاسيد الحديد ، وهل هى من النوع المائى (hydrous) أو النوع اللامائى (Anhydrous).

وتكتسب المغرة لونا أحمرا نتيجة لوجود أكسيد الحديد اللامائى (Fe203) بين مكوناتها، أما اللون الأصفر فيرجع إلى وجود بعض أكاسيد الحديد المائية فى تركيبها الكيميائى، وإن كان أكثر أنواع المغرة الصفراء نقاءا وانتشارا هو النوع الذى يوجد أكسيد الحديد به فى صورة معدن الجيوثيت (Geothite)، وصيغته الكيميائية هى « Fe2 O3. H20 ». وفى حالة وجود أكسيد الحديد فى صورة معدن الليمونيت النقى (Lemonite) فإن المغرة تكتسب لونا بنيا.

وتختلف المغرات إختلافا كبيرا فى نسبة تواجد أكاسيد الحديد بين مكوناتها، إلا أن أحسن أنواعها يحتوى على أكاسيد الحديد بنسبة تصل إلى ٢٠٪. وتتميز المغرات بثبات تركيبها الكيميائى، ومن ثم ألوانها، ولا تتأثر بالأحماض والقلويات المخففة، إلا أن المغرة الصفراء تتحول بالحرق إلى اللون الأحمر، أى إلى مغرة حمراء وذلك نتيجة لفقد أكاسيد الحديد المائية بها لماء التبلور (Water of hydration) بفعل الحرارة وتحولها إلى أكسيد الحديد اللامائى (Anhydrous iron oxide) .

وحيث أن المغرات مركبات طبيعية فإنها تتميز بعدم تماثل حبيباتها فى الشكل والحجم وبتعدد أطياف ألوانها . وتحضر المغرات للإستعمال باختيار أفضل الخامات الطبيعية ثم صحنها وغسلها ثم فصل الحبيبات دقيقة الحجم عن الحبيبات الأكثر خشونة بأسلوب التعليق فى الماء (Levigation) وأخيرا تجفيفها .

والواقع أن المغرات منتشرة إنتشارا واسعا ، ولذلك فقد شاع استخدامها منذ أقدم الأزمنة فى أجزاء مترامية من العالم كمادة من مواد التلوين . وقد استخدمت المغرات فى مصر القديمة وفى غيرها من بلدان العالم القديم منذ عصور ما قبل التاريخ واستمر استخدامها عبر العصور التاريخية (٣٨ - ١٣٤). ونجد أنها، وخاصة المغرة الصفراء قد اكتسبت أهمية كبيرة فى العصور الوسطى وشاع استخدامها فى كل مراحل فن التصوير فى أوروبا وتميزت بصفة خاصة فى الفن الفلمنكى والهولندى. وفى الماضى القريب عمد منتجو مواد التلوين إلى إضافة أصفر الكروم أو أصباغ الأنيلين (Aniline dyes) إلى المغرة الصفراء لإكساب لونها بريقا ولمعانا.

الحجر الجيرى المسحوق (Lime white)

ويختار لأغراض التلوين عادة أكثر أنواع الحجر الجيرى جودة وأكثرها نصاعة. ويستخدم مسحوق الحجر الجيرى للتلوين باللون الأبيض بعد تحضيره التحضير المناسب. ويحضر المسحوق لأغراض التلوين بصحن كتل الحجر مع الماء ثم تعويم الحبيبات فى الماء لفصل الحبيبات الدقيقة عن الحبيبات الخشنة ، وبعدها تؤخذ الحبيبات الدقيقة وتجفف.

ويتميز مسحوق الحجر الجيرى المحضر بهذه الطريقة بتجانس حبيباته فى الحجم والشكل. ونظرا لصغر معامل الإنكسار الضوئي لمسحوق الحجر الجيرى وصغر قوة تغطيته، فإنه لا يصلح للاستعمال مع زيت الكتان كوسيط لونى، وذلك لما يسببه زيت الكتان من تغير فى لونه. وبالرغم من ذلك فانه يعطى نتيجة طيبة عندما يستخدم مع وسيط مائي كالصمغ العربى، ولذلك فإن مسحوق الحجر الجيرى قد استخدم منذ أقدم العصور التاريخية فى نقوش التمبرا الجدارية.

ورغم ثبات تركيبه الكيميائي فى الظروف العادية ، إلا أن مسحوق الحجر الجيرى يتحلل بالأحماض ويتصاعد منه غاز ثانى أكسيد الكربون.

الجبس : gypsum (hydrated calcium sulphate)

$$Ca\ SO_4 . 2\ H_2O$$

الجبس من أكثر المواد الطبيعية انتشارا ومن أقدمها وأهمها استخداما فى أعمال الفن . ويوجد الجبس فى الطبيعة فى صورة معادن عدة منها : معدن السيلنيت (Selenite) وهو يوجد فى شكل رقائق بللورية شفافة ومعدن الساتين سبار (Satin Spar) ويوجد فى شكل بللورات خيطية براقة ومعدن الألباستر (Alabaster) وهو مدمج دقيق الحبيبات وقد يحتوى على بعض العروق الدقيقة ذات الألوان المتعددة .

والجبس الخام غير المعالج بالحرق قد استخدم فى التلوين باللون الأبيض بعد مزجه بمحلول الغراء الحيوانى فى حالات قليلة

فى مصر القديمة وفى غيرها من بلدان الشرق القديم ، كما أنه استخدم أيضا ممزوجا بمحلول الغراء الحيوانى فى تجهيز أرضيات نقوش وصور التمبرا فى أوروبا ، وخاصة فى القرون الوسطى وفى عصر النهضة .

وقد استخدم الجبس فى الأزمنة الحديثة كحامل لأصباغ الليك (Lake pigments) وأدخل فى تركيب بعض مواد التلوين الصناعية من نوع أكاسيد الحديد الحمراء . مثال ذلك مادة التلوين الصناعية الحديثة الصنع المعروفة باسم أحمر البندقية (Venetian red) ، وهو يحضر بتحميص كبريتات الحديدوز مع كربونات الكالسيوم .

والجبس يتصف بثباته الكيميائى ، إلا أنه يفقد ماء التبلور بالحرارة الشديدة . وهو شحيح الذوبان فى الماء (درجة الذوبان بواقع ٢٫٤١ جم فى كل لتر من الماء) ، غير أنه يذوب بدرجة متوسطة فى حمض الهيدروكلوريك المخفف .

يتميز الجبس بمعامل إنكساره الضوئى الصغير، ولهذا فانه لا يصلح للإستخدام مع وسيط لونى من زيت الكتان .

الرهج الأصفر (Orpiment AS_2S_3)

ويطلق عليه أيضا إسم الأصفر الملكى . ولقد كان الرهج الأصفر من مواد التلوين التى كثر استعمالها فى بلدان الشرق القديم ، ومنها مصر الفرعونية ، حيث استخدم فى التلوين باللون الأصفر إبتداء من النصف الثانى من الأسرة الثامنة عشر ، أى ما يقرب من أربعة آلاف عام ، وحتى العصرين الرومانى والبيزنطى (٣٨ ـــ ١٣٥) . ونظرا لقلة مصادر الرهج الأصفر الطبيعية وخصائصة السامه ، فقد عزف الفنانون فى الوقت الحاضر عن استخدامه .

ويتكون الرهج الأصفر من كبريتيد الزرنيخ ، ويوجد طبيعيا فى أماكن كثيرة من العالم ، ولكن بكميات صغيرة . ولقد كانت المصادر الرئيسية للرهج الأصفر فى الأزمنة القديمة هى بلدان آسيا الصغرى وآسيا الوسطى وبعض بلدان أوروبا ، وخاصة المجر .

والرهج الأصفر مادة تلوين لامعة تعطى إنعكاسات لونية قوية من الأصفر الليمونى ، عندما تكون نقية . وتتميز بقوة تغطية متوسطة القيمة . ويحضر الرهج الأصفر لأغراض التلوين بصحن أخلاطه الطبيعية وترويقها فى الماء لفصل الحبيبات الدقيقة ثم تجفيفها . وحبيبات الرهج الأصفر عبارة عن بللورات خيطية تتميز بملمسها الشمعى وبتألقها فى الضوء المنعكس . ويختلط الرهج الأصفر عادة بحبيبات حمراء برتقالية من معدن رهج الغار (Realgar) ، الذى يتواجد معه عادة فى الطبيعة .

ويتميز الرهج الأصفر بمقاومته لتأثير الضوء والهواء وبعدم تأثره بالأحماض والقلويات المخففة ، وإن كان يتأثر بالأحماض القوية . وعندما يحرق الرهج الأصفر فإنه يتحول إلى ثالث أكسيد الزرنيخ ، وحيث أن الرهج الأصفر أحد مركبات الكبريتيد فإنه لايتمازج أو يمكن خلطه مع مواد التلوين الأخرى من مركبات النحاس وبعض مركبات الرصاص . والرهج الأصفر لا يمكن استخدامه فى التصوير بأسلوب الفريسكو، لاحتياجه إلى وسيط لونى من مادة لاصقة ، ولهذا فقد إقتصر إستخدامه على التصوير والنقش بأسلوب التمبرا .

السلقون أو أحمر الرصاص Red Lead $Pb_3 o_4 (2 pbo + pbo_2)$

يتميز السلقون بلونه القرمزى اللامع وبقوة تغطيته الكبيرة وبمظهره الممتاز ، كما أنه يتميز بمعامل إنكساره الضوئى الكبير وبحبيباته الدقيقة الحجم . وتعتمد طبيعة وشكل الحبيبات على طريقة تحضيره ولهذا فإن حبيباته تكون متبلورة فى بعض الحالات

وغير متبلورة فى حالات أخرى . والخصائص الميكروسكوبية للسلقون غير مميزة ، غير أن بعض حبيباته تبدو تحت الميكروسكوب شفافة وبلون أحمر برتقالى فى الضوء النافذ (Transmitted light) .

والسلقون نشط كيميائيا ، إذ يتحول إلى اللون البنى بفعل حمض النيتريك أو حمض الخليك نتيجة لتكون ثانى أكسيد الرصاص البنى اللون ، كما أنه يتحول بفعل حمض الهيدروكلوريك إلى اللون الأبيض نتيجة لتكون كلوريد الرصاص الأبيض . وتتسبب الكبريتيدات وكبريتيد الهيدروجين فى إسوداد لون السلقون نتيجة لتكون كبريتيد الرصاص الأسود اللون . والسلقون لا يتأثر بمحاليل القلويات المخففة . وهو من ناحية أخرى يتأثر بالضوء والهواء ، إذ يتحول لونه بفعل الضوء الشديد إلى اللون البنى ، خاصة عندما يكون ممزوجا بوسيط لونى من النوع الذى يذوب فى الماء كالصمغ العربى ، وكما هو الحال فى صور ونقوش التمبرا .

ولقد أثبتت الدراسات التى أجريت على ظاهرة تغير لون السلقون بفعل الضوء الشديد ، أن تأثير الضوء على لون السلقون يظهر بعد مرور وقت طويل جدا فى الأجواء الجافة ، أما فى الأجواء شديدة الرطوبة فإن تأثير الضوء يظهر بسرعة كبيرة نسبيا .

ويتغير لون السلقون الممزوج بوسيط لونى من زيت الكتان بفعل الهواء والضوء الشديد إلى اللون الأبيض ، نتيجة لتكون مركب كربونات الرصاص بيضاء اللون .

ولأن السلقون من المركبات النشطة كيميائيا ولتأثره بالضوء والهواء ، فقد أوصى الدارسون المحدثون بعدم إستخدامه فى التصوير والنقش الجدارى .

والسلقون أو أحمر الرصاص يعتبر من مواد التلوين التى شاع إستخدامها فى الأزمنة القديمة .. وقد ذكر ألفريد لوكاس (A-Lucas) فى كتابه المواد والصناعات عند قدماء المصريين أن السلقون قد استخدم فى أغراض التلوين فى مصر القديمة فى العصرين اليونانى والرومانى وأنه لم يثبت إستخدامه فى مصر قبل هذين العصرين . وذكر دافى (Davy) أن السلقون كان من أحب مواد التلوين إلى الفنانين فى العصرين البيزنطى والفارسى . وذكر طومسون (Thomson) أيضا أن السلقون كان شائع الإستعمال فى أوروبا فى العصور الوسطى فى نقش المخطوطات ، وإن كان محدود الإستعمال فى مجالات التصوير والنقش الجدارى (٣٨ — ١٥٣) .

وفى الوقت الحاضر يصنع السلقون أو أحمر الرصاص بكميات كبيرة ، ولكن بغرض استخدامه كمادة تأسيس ملونة (Primer) مانعة لصدأ المعادن ، وخاصة الحديد .

الهيماتيت أو أكسيد الحديد الأحمر (Haematite Fe_2O_3)

الهيماتيت هو أحد معادن أكسيد الحديديك اللامائى الطبيعية ، ويتميز بنقائه وصلابته وبحبيباته المدمجة . وقد استخدم الهيماتيت منذ عصور ما قبل التاريخ للتلوين باللون الأحمرالوردى .

يتميز الهيماتيت أو أكسيد الحديد الأحمر بدرجة ثبات كيميائى كبيرة جدا ، فهو لا يتأثر سواء بالضوء أو الحرارة أو المحاليل القلوية ويذوب فقط فى محاليل الأحماض المركزة الساخنة .

ويمكن التعرف على الهيماتيت بحبيباته التى تظهر تحت الميكروسكوب فى صورة شظيات مستطيلة لامعة ذات لون بنى داكن

وتنتشر أكاسيد الحديد ، ومنها الهيماتيت ، إنتشارا واسعا فى جميع أنحاء العالم ، ولهذا فقد انتشر إستخدامه فى أغراض

التلوين فى معظم البلدان وظل مستخدما منذ عصور ما قبل التاريخ وحتى الآن .

السنــــاج (Lamp black)

يتميز السناج بأنه يتكون من الكربون الخالص تقريبا (أكثر من ٩٩ ٪) . وكان السناج يحضر قديما لأغراض التلوين بحرق الراتنجات الطبيعية ، كالقلفونية ، أو شمع النحل أو القطران حرقا غير كامل واستقبال السناج المتولد على سطح مصقول ثم كشطه واستخدامه فى التلوين بعد مزجه بالصمغ . وفى الأزمنة الحديثة يتحصل منتجو مواد التلوين على كميات كبيرة من السناج عن طريق كشط مايترسب منه على جدران غرف مصانع الطوب نتيجة للحرق الغير كامل لزيوت الوقود المعدنية المستخدمة فى تصنيع الطوب .

ولون السناج ليس لونا أسود نقيا ، بل إنه فى الواقع يميل قليلا إلى الزرقة . والسناج يعطى عند مزجه بالكمية المناسبة من مواد التلوين البيضاء أكثر الألوان الرمادية نقاءا . ويتميز السناج بتماثل واتساق ودقة حبيباته ، وبأن حبيباته عندما تمزج بالوسيط اللونى تتجمع على هيئة سلاسل أو شعيرات .

ويوجد عادة بالسناج كمية ضئيلة جدا من بقايا الزيوت الغير محترقة ، ولذلك فانه لا يمتزج امتزاجا كاملا مع الوسيطات اللونية الذائبة فى الماء .

أسود الفحم النباتى (Charcoal black)

ينتج الفحم النباتى كمخلفات فى عمليات التقطير الجاف للخشب (Dry distillation) ، وهى العمليات التى تجرى بتسخين الأخشاب فى غرف حرق مغلقة أو قمائن . ويحضر الفحم النباتى لأغراض التلوين بسحنه سحنا جيدا وغسله للتخلص من الشوائب المختلطة به ، وخاصة البوتاس ، ثم تجفيفه .

ويتميز الفحم النباتى بخفة وزنه وبمساميته الكبيرة ، وباحتفاظه بالتركيب التشريحى الدقيق للأخشاب التى صنع منها ، ولذلك فإنه يسهل تمييزه ميكروسكوبيا . ويظهر مسحوق الفحم النباتى ، ذو اللون الأسود الرمادى ، تحت الميكروسكوب فى صورة شظيات دقيقة مستطيلة الشكل ومعتمة ، وقد استخدم مسحوق الفحم النباتى للتلوين باللون الأسود منذ أقدم الأزمنة التاريخية . وعلى سبيل المثال فقد استخدم فى مصر القديمة منذ عصور ماقبل التاريخ واستمر استخدامه فى عصر الأسرات وكان يمزج عادة بوسيط لونى من الغراء الحيوانى .

أسود فحم العظام (Bone Black)

ينتج أسود فحم العظام عن طريق حرق العظام ، بعد غليها فى الماء لإزالة الدهون والمواد الجيلاتينية ، فى غرف حرق مغلقة .وأسود العظام ذو لون أسود يميل إلى الزرقة . ويتميز مسحوق فحم العظام بدقة حبيباته وبأنه أكثر كثافة من السناج وكذلك بامتزاجه جيدا مع الوسيطات اللونية الذائبة فى الماء . يحتوى أسود فحم العظام على ١٠ ٪ من الكربون و ٨٤ ٪ من فوسفات الكالسيوم و ٦ ٪ من كربونات الكالسيوم .

ويختلف أسود فحم العظام ميكروسكوبيا إختلافا واضحا عن السناج ، حيث تظهر حبيباته تحت الميكروسكوب أكبر حجما وأكثر عدم انتظام سواء فى الحجم أو الشكل ، وبأن كثيرا منها شفاف ، وأيضا بوجود حبيبات ذات لون بنى بينها .

معامل الإنكسار الضوئى لأسود فحم العظام عندما تكون حبيباته مغلفة بوسيط لونى من زيت الكتان يتراوح مابين ١٫٦٥ ، ١٫٧ ، ولذلك فإنه يتميز بخصائص لونية وبصرية جيدة .

الأزرق الآزورى (Azurite $(CuCO_3)_2 \cdot Cu(OH)_2$)

الأزرق الآزورى مادة تلوين طبيعية حضرت من معدن الآزوريت (كربونات النحاس القاعدية) ، الذى يوجد فى أماكن كثيرة من العالم فى ترسيبات خامات النحاس الثانوية .

ويحضر الأزرق الآزورى لأغراض التلوين باختيار أكثر خاماته نقاءا وسحنها ثم غسلها وتعويمها فى الماء لفصل الحبيبات الدقيقة عن الحبيبات الخشنة ، وقد لوحظ أن سحن الآزوريت سحنا شديدا يفقد لونه الأزرق النصاعة ويصيبه بالشحوب ، وقد روعيت هذه الخاصية ، ومنذ البدايات الأولى لاستخدامه ، ولذلك نجد أن مواضع الأزرق الآزورى فى النقوش والصور تتميز بالسمك والملمس الخشن .

وقد استخدم الأزرق الآزورى للتلوين باللون الأزرق فى نقوش وصور التمبرا ممزوجا بوسيطات لونية من النوع الذى يذوب فى الماء ، وذلك على اعتبار أن زيت الكتان يتسبب عادة فى اغمقاق لونه وفقدان بريقه ونصاعته .

وبالرغم من ثبات التركيب الكيميائى للأزرق الآزورى فى الظروف العادية ، إلا أنه يتأثر بالحرارة ، التى تتسبب فى اسوداد لونه ، وبالمحاليل القلوية الدافئه ، كما أنه يذوب فى الأحماض حتى ولو كانت أحماضا عضوية ضعيفة كحمض الخليك .

ولقد كان الأزرق الآزورى أهم مواد التلوين الزرقاء التى استخدمت فى صور ونقوش التمبرا الجدارية فى بلدان الشرق القديم . وقد استخدم فى مصر القديمة منذ بداية عصر الأسرات . واستخدم أيضا فى الصين فى النقوش الجدارية التى يرجع تاريخها الى أسرتى سونج ومينج (Sung and Ming dynasties) . وفى الأزمنة الحديثة كان الأزرق الآزورى أهم مواد التلوين الزرقاء التى استخدمت فى أوروبا فى الفترة من القرن الخامس عشر حتى منتصف القرن السابع عشر الميلادى .

الأزرق المصرى (Egyption Blue CaO. CuO. 4 Sio 2)

الأزرق المصرى هو أحد معطيات الحضارة المصرية القديمة ، وإن قيمته بالنسبة لنا أكبر بكثير من كونه مجرد مادة تلوين استحدثها المصريون القدماء ، إنه دليل مادى على المستوى العلمى الرفيع الذى بلغته الحضارة المصرية القديمة منذ زمن بعيد موغل فى القدم يقارب الأربعة آلاف عام . أو ليس ملفتا للنظر أن يتمكن إنسان عاش منذ ما يربو على الأربعين قرنا من الزمان من سبغ أغوار المواد والوقوف على طبيعتها وخصائصها الكيميائية ويصل من خلال معرفته وعلمه إلى صنع شىء يسعى إليه بخواص طبيعية وكيميائية محددة .؟!

والأزرق المصرى عبارة عن مادة تلوين متبلورة ذات تركيب بللورى ثابت جدا وتركيب كيميائى هو « Cao. Cuo. 4 Sio2 » ، يقاوم تأثير جميع القلويات والأحماض ، فيما عدا حمض الهيدروفلوريك ، ولا يتأثر بالضوء والحرارة حتى درجة ١٠٠٠ مئوية

ولقد إنتهت الدراسات الكثيرة التى أجريت على الأزرق المصرى إلى القول بأنه ليس مادة زجاجية ، ولكنه مادة متبلورة ذات تركيب بللورى مميز وثابت جدا حتى درجة حرارة ١٠٠٠ مئوية ، وأن تركيبه البللورى يبدأ فى التفكك بعد هذه الدرجة إلى أكاسيد خاماته الأساسية ، وهى السيليكا وأكسيد الكالسيوم وأكسيد النحاسيك ، وأن هذه المكونات تتحد مرة أخرى

بالتبريد معطية اللون الأزرق ، وذلك وفق المعادلة الآتية :

$$CaO.\ CuO.\ 4\ SiO_2 \xrightleftharpoons{1000-1050^{\circ}C} CaO + CuO + 4\ SiO_2$$

والأزرق المصرى مادة تلوين متعددة الأطياف ومعامل إنكسارها هو ١٫٦٣٥ . وتختلف ألوان حبيباتها المتبلورة من اللون الأزرق العميق إلى اللون الأرجوانى الشاحب .

وتاريخ الأزرق المصرى موغل فى القدم، وقد ذكر سبوريل (Spurrell) أنه وجد فى النقوش الجدارية المصرية منذ الأسرة الرابعة، واستمر إستخدامه حتى العصر الرومانى حسبما أثبت شابتال (Chaptal). وقد وجدت منه عينات فى سورية يرجع تاريخها أيضا إلى العصر الرومانى. وقد نوه بارتنجتون (Partington) فى سياق حديثه عن تاريخ الأزرق المصرى إلى أن الأوروبيين القدماء فى الفترة الممتدة من القرن الثانى إلى القرن السابع بعد الميلاد لم ينجحوا فى تقليد الأزرق المصرى ولم يتوصلوا إلى أسرار صناعته.

وفى الأزمنة الحديثة تمكن منتجو مواد التلوين من إنتاج مادة تلوين زرقاء تشبه تماما الأزرق المصرى فى تركيبه الكيميائى وخواصه الضوئية ، ولكن حبيباته أكثر دقة، ويباع حاليا فى الأسواق تحت إسم « Pompeian blue ».

الملكيت : Malachite $CuCO_3\ Cu(OH)_2$

يوجد الملكيت فى الطبيعة فى صورة معدن الملكيت، الذى يتكون من كربونات النحاس القاعدية. والملكيت يشبه مادة التلوين الزرقاء المعروفة باسم اللازورد (الآزوريت) من حيث التركيب الكيميائى ، فيما عدا أنه يحتوى على كمية أكبر من ماء التبلور. والملكيت شأنه فى ذلك شأن اللازورد يوجد فى أماكن كثيرة من العالم فى ترسيبات خامات النحاس الثانوية (Secondary copper ore deposits) .

والملكيت هو أقدم مواد التلوين الخضراء المعروفة. ويحضر الملكيت لأغراض التلوين باختيار أكثر نوعياته نقاءا وسحنها ثم تمريرها من خلال مناخل دقيقة الفتحات .

ويمكن تمييز الملكيت ميكروسكوبيا بسهولة، حيث تظهر حبيباته على هيئة بللورات دقيقة أحادية الميل (Monoclinic) ذات حزوز أفقية (Longitudinal striations). ويظهر الملكيت تحت الميكروسكوب فى الضوء النافذ بلون أخضر باهت قوى الإنعكاسات ومتعدد الأطياف .

وحيث أن الملكيت يتكون من كربونات النحاس القاعدية ، فإنه يتحلل بالأحماض ، حتى ولو كانت أحماضا عضوية ضعيفة مثل حمض الخليك . ولا يتأثر الملكيت بالمحاليل القلوية المخففة الباردة ، ولكنها تتسبب فى إسوداد لونه ، إذا كانت ساخنة . ويتأثر الملكيت بالحرارة إذ تتسبب هي الأخرى في إسوداد لونه (٣٨ ـ ١٢٧).

وبالرغم من عدم تميز الملكيت بدرجة كبيرة من الثبات الكيميائي ، إلا أنه بقى دون تأثر فى كثير من الصور والنقوش الجدارية رغم مرور آلاف السنين عليها ، وذلك لكونه لا يتأثر بالضوء .

ويستخدم الملكيت، شأنه فى ذلك شأن اللازورد ، ممزوجا بالوسيطات اللونية الذائبة فى الماء ، مثل الصمغ العربى أو الغراء الحيواني ، وذلك على اعتبار أن زيت الكتان يتسبب عادة فى إغمقاق لونه وفقدان بريقه ولمعانه .

ويوجد الملكيت فى سيناء والصحراء الشرقية ، وقد استخدم فى مصر القديمة فى نقوش وصور التمبرا، وخاصة لتلوين العيون ، منذ عصر ما قبل الأسرات . ولقد وجد الملكيت جنبا بجنب مع اللازورد فى النقوش الجدارية بمعبد تون هوانج بالصين . وبصفة عامة استخدم الملكيت فى بلدان الشرق فى جميع مراحلها التاريخية وحتى الآن .

وقد ثبت إستخدام الملكيت فى أوروبا بصفة مستمرة فى جميع المراحل الفنية وحتى عام ١٨٠٠ ميلادية ، حيث استبدل تماما بمواد التلوين الخضراء التى أمكن تصنيعها فى أوروبا منذ ذلك التاريخ .

الكريزوكولا [Chrysocolla (Cu SiO3. n H20)]

يعنى إسم الكريزوكولا فى اللغة اللاتينية رابط الذهب (Chryso = gold, Kolla = glue)، ولهذا أطلق على مجموعة المركبات التى كانت تستخدم فى لحام الذهب. وكان من بين هذه المركبات مركبات معينة للنحاس هى كربونات النحاس القاعدية وسيليكات النحاس.

وفى الوقت الحاضر يطلق المتخصصون فى علم المعادن إسم الكريزوكولا بصفة خاصة على سيليكات النحاس الطبيعية (Cu Sio3. n H20)، التى توجد عادة فى ترسيبات خامات النحاس الثانوية . ويشبه الكريزوكولا معدن الملكيت فى مظهره، غير أن لونه الأخضر يميل قليلا إلى الزرقة .

وعندما يسحن الكريزوكولا إلى مسحوق دقيق الحبيبات، فإنه يحتفظ بلونه الأخضر ناصعا. وقد استخدم مسحوق الكريزوكولا للتلوين باللون الأخضر بعد مزجه بالوسيطات اللونية التى تذوب فى الماء، مثل الصمغ العربي وزلال البيض .

ويظهر الكريزوكولا تحت الميكروسكوب فى صورة بللورات متناهية فى الدقة (Cryptocrystals) لا لون لها، غير أنها تظهر فى بعض الحالات فى الضوء النافذ بلون أخضر شاحب .

ويتميز الكريزوكولا بمقاومته لتأثير الضوء وبثباته الكيميائى فى الظروف العادية، غير أنه يتحلل بفعل الأحماض ويتحول إلى اللون الأسود عندما يسخن مع المحاليل القلوية .

واستخدم الكريزوكولا فى مصر القديمة للتلوين باللون الأخضر. وقد تمكن سبوريل (Spurrell) من التعرف عليه فى بعض النقوش الجدارية التى يرجع تاريخها إلى الأسرة الثانية عشر فى كل من البرشا والكاهون (٣٨ ــ ١٠٧).

ولم يقتصر إستخدام الكريزوكولا كمادة تلوين على مصر، فقد تعرف عليه جيتنز (Gettens) فى بعض النقوش الجدارية التى عثر عليها فى منطقة كيزيل (Kizil) بالصين وأعطى وصفا لبعض خواصه .

النيلـــة (Indigo)

النيلة هى الصبغ النباتى الأزرق اللون ، الذى استخدم منذ زمن بعيد جدا فى صباغة المنسوجات وفى النقش والتصوير.

ويؤخذ صبغ النيلة من أنواع مختلفة من النباتات من الجنس المعروف باسم « Indigofera » . ويعتقد بعض الدارسين أن النباتات من فصيلة « Indigotinctoria » ، وهى من أصل هندى ، كانت المصدر الرئيسى لصبغ النيلة حتى تمكن باير (Baeyer) من تصنيعه فى عام ١٨٨٠ ميلادية.

ويوجد صبغ النيلة فى عصارة نباتاته فى صورة «جلوكوسيد» (Glucoside) عديم اللون يسمى «إنديكان» (Indican). ولتحضير الصبغ يحصد نبات النيلة ويجمع فى حزم ثم ينقع فورا فى براميل كبيرة ويترك ليتخمر. وبهذه الطريقة يتحلل الإنديكان مائيا (Hydrolyze) إلى النيلة (Indigo) والسكر. وعندما يترسب صبغ النيلة فى قاع البراميل ترفع حزم نبات النيلة ويرشح الراسب ثم يكبس فى صورة أقراص ويجفف .

وعند إستخدام صبغ النيلة فى تلوين الصور والنقوش تؤخذ الأقراص وتسحق إلى بودرة ناعمة ثم تمزج البودرة بالوسيطات اللونية المناسبة . ويستخدم صبغ النيلة عادة مع وسيطات لونية من النوع الذى يذوب فى الماء كالصمغ العربى وزلال البيض .

وبالرغم من قابلية صبغ النيلة للبهتان بفعل ضوء الشمس القوى، إلا أننا نجد أنه ظل ولقرون طويلة دون تغير يذكر فى الصور والنقوش الجدارية القديمة. وقد فسر الدارسون هذه الظاهرة بأن الوسيط اللونى الذى يغلف عادة حبيبات الصبغ الدقيقة وغشاء الورنيش الذى درج الفنانون القدامى والمحدثون على تغطية سطوح الصور والنقوش به يلعبان دورا كبيرا فى حمايته من تأثير ضوء الشمس .

ويتصف صبغ النيلة بدرجة ملحوظة من الثبات الكيميائى ، حيث لا يذوب سواء فى الماء أو فى المذيبات العضوية أو فى محلول حمض الهيدروكلوريك. ويتحلل صبغ النيلة بحمض النيتريك مكونا مركبا أصفر اللون يعرف باسم «الإيزاتين» (Isatin). ويتسامى صبغ النيلة إذا سخن عند درجة حرارة ٣٠٠° مئوية، كما أن محاليل الهيبوكلوريت تتسبب فى قصر لونه الأزرق. ومن ناحية أخرى نجد أن صبغ النيلة قابل للإختزال بفعل كثير من المحاليل المختزلة ، إذ يتحول إلى مركب عديم اللون يعرف بإسم « Leuco Indigo » . والواقع أن هذه الخاصية هى أساس إستخدامه فى صبغ المنسوجات ، حيث يتم تشريب الألياف بصبغ النيلة فى صورته المختزلة، وعند تعريض الألياف بعد تشربها الصبغ للهواء، فإن الصبغ يتأكسد بفعل أكسيجين الهواء إلى النيلة (Indigo) الزرقاء اللون .

ولقد إستخدم صبغ النيلة فى مصر القديمة منذ عصورها التاريخية المبكرة، سواء فى عمليات التلوين أو فى عمليات صبغ المنسوجات. واستمر إستخدام النيلة فى العصر الرومانى سواء فى مصر أو فى سورية. وفى الأزمنة الحديثة عرف صبغ النيلة فى أوروبا منذ العصر الثالث عشر الميلادى وشاع إستخدامه كمادة تلوين فى إيطاليا منذ القرن الخامس عشر الميلادى (٣٨ — ١٢٠) .

صبغ الفُوَّة (Madder)

الفُوَّة صبغ طبيعى يؤخذ من جذور نبات الفُوَّة (Rubia tinctorium) ، الذى كان يزرع بكثرة فى كل من أوروبا وآسيا الصغرى . والمادة الصابغة فى الفُوَّة، هى بصفة أساسية مركب الأليزارين («C14 H8 O4» Alizarin). ويستخرج الصبغ من جذور نبات الفُوَّة بعد هرسها وتخميرها ثم تحليل العصارة المستخرجة منها تحليلا مائيا بإضافة بعض من حمض الكبريتيك المخفف .

ولقد كانت اليونان هى الموطن الأصلى لنبات الفُوَّة، ولذلك شاع إستخدام صبغ الفُوَّة فى العصرين اليونانى والرومانى. ولقد ذكر ألفريد لوكاس فى كتابه المواد والصناعات عند قدماء المصريين أن اللون القرمزى الذي وجد فى نقوش أحد المقابر المصرية التى يرجع تاريخها إلى العصر اليونانى الرومانى على أرضية من الجبس قد ثبت أنه من صبغ الفُوَّة (٣٨ ــ ١٢٦).

ولقد توقفت زراعة نبات الفُوَّة واستخراج الصبغ منه بعد أن تمكن الكيميائيان الألمانيان جريبة وليبرمان (Graebe and Lieber man) من تصنيع مركب الأليزارين فى عام ١٨٦٨ ميلادية.

صبغ القِرطِمْ (العُصْفُرْ) (Safflower)

صبغ القِرطِمْ مادة تلوين حمراء طبيعية تحضر من التبلات الجافة لزهور نبات القرطم (Carthamus tinctorius)، الذى كان ومايزال يزرع فى بلدان الشرق ومصر وأوروبا الجنوبية.

والمادة الملونة الحمراء فى صبغ القرطم هى الكارثامين (Carthamin) أو حمض الكارثامينيك (Carthaminic acid «C25 H24 O12»). ويستخرج صبغ القرطم بنقع التبلات الجافة لزهور نبات القرطم فى محلول مخفف بارد من كربونات الصوديوم. وصبغ القرطم شحيح الذوبان فى الماء والكحول. ويتميز الصبغ بأنه يكتسب لونا برتقاليا فى المحاليل القلوية ولونا أحمر فى محلول حمض الكبريتيك المخفف.

ولقد كان صبغ القرطم يستخدم فى بلدان الشرق القديم، ومنها مصر، فى صباغة المنسوجات وفى النقش والتصوير وأيضا فى صناعة مواد التجميل.

صبغ الزَّعْفَران (Saffron)

صبغ الزعفران مادة ذات لون أصفر ذهبى تستخرج من مبسم زهرات نبات الزعفران (Corocus sativus) المجففة. ولقد عرف صبغ الزعفران فى بلدان الشرق القديم كمادة تلوين واستخدم بوجه خاص فى تزيين وزخرفة المخطوطات. ويعتقد أن صبغ الزعفران قد انتقل إلى أسبانيا ومنها إلى بقية بلدان أوروبا عن طريق العرب.

الزِنْجُفْــــر (Cinnabar or Vermilion «Hgs»)

الزنجفر مادة تلوين حمراء اللون تتركب من كبريتيد الزئبقيك (Mercuric Sulphide «Hgs»)، وهى إما توجد فى الطبيعة فى صورة معدن الزنجفر (Cinnabar)، المصدر الرئيسى لفلز الزئبق، وإما تحضر صناعيا، وفى هذه الحالة يطلق عليها بالإنجليزية إسم « Vermilion ».

ولقد درج الصينيون القدماء، ومنذ عصور ما قبل التاريخ، على استخدام معدن الزنجفر فى التلوين بعد سحقه وتحويله إلى بودرة ناعمة، غير أنهم وبمضى الوقت عرفوا كيف يحضرونه عن طريق الإتحاد الكيميائى بين الزئبق والكبريت.

وقد ذكر بلينى (Pliny) أن الإغريق والرومان قد عرفوا الزنجفر واستعملوه كمادة تلوين وكانوا يستجلبونه لهذا الغرض من أسبانيا. وقد تحدث بلينى عن الزنجفر بإسهاب. وذكر أنه كان مرتفع الثمن جدا، مما حدا بالحكومات آنذاك إلى التدخل وتحديد سعر بيعه. وتأكيدا لما ذكره بلينى فقد ثبت استخدام الزنجفر فى كثير من النقوش الجدارية التى يرجع تاريخها إلى

العصر الرومانى. ولم يثبت حتى الآن إستخدام الزنجفر فى مصر القديمة، كما لم يتأكد إستخدامه فى بلدان الشرق الأدنى القديم (٣٨ — ١٧١).

ويوجد معدن الزنجفر (Cinnabar) فى الطبيعة فى أنحاء كثيرة من العالم، مثل الصين واليابان وكاليفورنيا والمكسيك وبيرو وأسبانيا وكثير من البلدان الأوروبية الأخرى. ولقد انتشرت عمليات تصنيع الزنجفر بعد إنتهاء العصر اليونانى الرومانى بفترة وجيزة. وقد تحدث الكيميائى العربى جابر بن حيان (القرن الثامن إلى القرن التاسع الميلادى) عن مركب أحمر اللون يحضر باتحاد الكبريت والزئبق. وفى العصور الوسطى أصبحت طرق تحضير الزنجفر معروفة تماما فى أوروبا وأقبل الفنانون على إستخدامه. وقد ذكر الكاتب الإيطالى سينينو سننينى (Cennino Cennini) أن الزنجفر المستخدم فى لوحات الفنانين الإيطاليين فى القرن الخامس عشر الميلادى قد حضر معملياً بإتحاد الكبريت والزئبق.

ولقد كان الصينيون كما أسلفنا أول من صنعوا الزنجفر ثم أخذ العرب المسلمون عنهم طرق تحضيره ونقلت عنهم بعد ذلك عندما فتحوا الأندلس واستقروا فيها (٣٨ — ١٧١).

ومن حيث الخصائص الكيميائية والطبيعية والبصرية لا يوجد فرق بين الزنجفر الطبيعى (Cinnabar) والزنجفر الصناعى (Vermilion)، حتى أنه يستحيل فى معظم الحالات التفريق بينهما. وبالرغم من ذلك فإنه يمكن فى بعض الحالات التفريق بينهما بالفحص الميكروسكوبى، حيث تظهر حبيبات الزنجفر الطبيعى تحت الميكروسكوب كبيرة الحجم وفى صورة شطف بللورية وبها أحيانا شوائب من مركبات أخرى. أما حبيبات الزنجفر الصناعى، فتظهر دقيقة الحجم وفى صورة بللورات مفردة خالية من الشوائب.

ويتميز الزنجفر الصناعى (Vermilion) بكثافته النسبية العالية (٨٫٢) وبقوة تغطيته الكبيرة وبمعامل إنكساره الضوئى الكبير وبانعكاساته الضوئية العالية. وتظهر حبيبات الزنجفر الصناعى تحت الميكروسكوب فى صورة بللورات محززة نصف شفافة وبلون أحمر برتقالى عميق فى الضوء النافذ، أما فى الضوء المنعكس فإنها تظهر بلون أحمر وبريق شمعى.

ويختص الزنجفر بوجه عام بدرجة كبيرة من الثبات الكيميائى، وهو غير قابل للذوبان فى المحاليل القلوية وفى الأحماض المركزة، وإن كان يذوب فى الماء الملكى (Aqua regia). ويتسامى الزنجفر عند درجة ٥٨٠° مئوية، ويحترق عند درجات الحرارة الأعلى بلهب أزرق اللون.

والزنجفر، وان كان يتركب من كبريتيد الزئبقيك، إلا أنه لا يتسبب، شأن الكبريتيدات الأخرى، فى إسوداد أبيض الرصاص عندما يمزجان معا، طالما أنه لا يحتوى على كبريت حر أو كبريتيدات قابلة للذوبان، ولهذا فإنهما عادة يمزجان معا للحصول على لون وردى خفيف (Flesh tint).

والزنجفر مادة تلوين غنية أقبل الفنانون الأوروبيون عليها واستخدموها منذ العصور اليونانية الرومانية فى معظم البلدان وفى أغلب المراحل الفنية.

رهج الغــــار **(Realgar AS_2S_2)**

رهج الغار (كبريتيد الزرنيخ «AS_2S_2» مادة تلوين طبيعية ذات لون أحمر برتقالى، وهو يوجد فى الطبيعة مرتبطا

بالرهج الأصفر (كبريتيد الزرنيخ الأصفر «AS_2S_3» .ويتشابه رهج الغار فى الخواص الكيميائية والطبيعية مع الرهج الأصفر، غير أن معامل إنكساره الضوئى أقل قليلا .

ولقد إستخدم رهج الغار فى نطاق ضيق كمادة تلوين فى العصور اليونانية الرومانية وفى العصور العربية الاسلامية (٣٨ ـ ١٥٢) . وفى الأزمنة الحديثة عزف الفنانون عن استخدام رهج الغار بسبب سميته الشديدة للإنسان ، وذلك على الرغم من إمكانية تحضيره معمليا .

الأزرق اللازوردى الآتى من وراء البحار (الطبيعى)

(Lapislazuli or Ultramarine Blue Natural)

تؤخذ مادة التلوين اللازورديه الزرقاء التى يطلق عليها اللازورد (Lapislazuli) ، وهو حجر نصف كريم يتركب من مجموعة معادن طبيعية هى : اللازوريت الأزرق (Lazurite) والكالكسبار(Calcspar) والبيريت (Iron pyrite) .

ولقد كان حجر اللازورد (Lapislazuli) يستجلب قديما من مصادر عدة فى آسيا ، غير أن أهمها جميعا كانت مناجم بادكشان الواقعة فى الشمال الشرقى من أفغانستان . وقد كانت مناجم بادكشان مصدر اللازورد الذى استخدم فى العصور اليونانية الرومانية ، ومنها أيضا أخذ اللازورد إلى أوروبا فى العصور الوسطى عبر طرق القوافل التى كانت تؤدى قديما إلى بلدان حوض البحر المتوسط .

وبالرغم من استخدام اللازورد فى صياغة الحلى فى بلدان الشرق القديم منذ أقدم عصورها التاريخية ، إلا أنه لم يستخدم كمادة تلوين إلا فى العصر البيزنطى . ولقد ذكر ألفريد لوكاس فى كتابه المواد والصناعات عند قدماء المصريين أنه لم يجد دليلا على إستخدام اللازورد كمادة تلوين فى مصر القديمة ، على الرغم من استجلابه الى مصر منذ عصر ماقبل الاسرات (٣٨ ـ ١٦٥) .

ولقد تمكن الأوروبيون فى القرن السابع عشر الميلادى من استحداث عدة طرق لمعالجة حجر اللازورد الخام (Lapislazuli) والحصول منه على مادة التلوين اللازورديه الزرقاء (Ultramarine blue) فى أنقى صورة وبأعلى نسبة تركيز . ولقد ذكرت عدة طرق لمعالجة حجر اللازورد تتفق جميعها فى الأساس العلمى ، وإن اختلفت فى التفاصيل . ولعل أفضل هذه الطرق هى تلك الطريقة التى ذكرها الكاتب الإيطالى سننينيو سننينى (Cnninio cennini) ، وتتلخص فى صحن حجر اللازورد ومزجه جيدا مع محلول قلوى مخفف ثم يضاف إليه عجينة لينة القوام مكونة من الشمع السائل ومحلول الجملاكه (Rosin) وزيت الكتان ومحلول صمغ المستكة (Mastic gum) ويقلب ويترك لبعض الوقت . وفى هذه الحالة تتعلق الشوائب الموجودة بحجر اللازورد (السيليكا والبيريت والكالسيت ...الخ) بالعجينة ، بينما تترسب حبيبات مادة التلوين اللازورديه الزرقاء (Ultramarine blue) دقيقة الحجم فى المحلول القلوى ، ومن ثم يمكن فصلها .

ويمكن التعرف على مادة التلوين اللازورديه الزرقاء ميكروسكوبيا وتمييزها عن مادة التلوين اللازورديه الزرقاء المحضرة صناعيا بحبيباتها الزرقاء الصافية النصف شفافة وباحتوائها عادة على شطف بللورية شفافة من معدن الكالسيت (Calcite) . وبوجود حبيبات دقيقة ذهبية اللون من معدن البيريت (Iron pyrite) .

وتتميز مادة التلوين اللازورديه الزرقاء بمعامل إنكسارها الضوئى الصغير (١٫٥) ، وهو أقل من معامل الإنكسار الضوئى لزيت الكتان ، ولذلك فإنها تستخدم عادة فى أغراض التلوين بعد مزجها بوسيطات لونية من الصمغ العربى أو زلال البيض أو غير ذلك من وسيطات التمبرا المائية .

ولا تتأثر مادة التلوين اللازورديه الزرقاء بالضوء أو بدرجات الحرارة العالية أو بالمحاليل القلوية المركزة ، ولكنها تتأثر بالأحماض حتى ولو كانت أحماضا عضوية ضعيفة مثل حمض الخليك ، حيث يزول لونها الأزرق تماما ويتصاعد منها غاز كبريتيد الهيدروجين .

وفى العصور الوسطى إقتصر إستخدام مادة التلوين اللازورديه الزرقاء على الطبقات القادرة ، وكانت دليلا على الغنى والثراء لارتفاع ثمنها ، ولذلك اهتم الكيميائيون بدراسة تركيبها الكيميائى وحاولوا تحضيرها معمليا . وقد أثمرت هذه المجهودات وتمكن الكيميائى الفرنسى جويمت (Guimet) من تصنيعها فى عام ١٨٢٦ ميلاديـة .

الأزرق اللازوردى الآتى من وراء البحار (الصناعى)

(Ultramarine blue artificial)

لارتفاع تكلفة تحضير الأزرق اللازوردى الآتى من وراء البحار (Ultramarine blue natural) من حجر اللازورد (Lapislazuli) ، أعلنت الهيئة القومية الفرنسية لتشجيع الصناعات فى نوفمبر عام ١٨٢٤ ميلادية عن جائزة مقدارها ستة آلاف فرنك فرنسى تقدم لمن يستطيع تصنيع الأزرق اللازوردى بتكلفة لا تزيد عن ثلاثمائة فرنك فرنسى للكيلو جرام الواحد . وبعد هذا الإعلان بأربعة أعوام قدمت هذه الجائزة للكيميائى الفرنسى جويمت (J. B. Guimet) ، الذى كان قد تمكن من تصنيع الأزرق اللازوردى فى عام ١٨٢٦ ميلادية وأبقاه سرا ، إلى أن أعلن عن التفاصيل الكاملة لتصنيعه فى عام ١٨٢٨ ، ومن ثم قدمت إليه الجائزة. ولم يقتصر الإهتمام بالأزرق اللازوردى على فرنسا وحدها ، بل إنه كان محط إهتمام غيرها من البلدان الأوروبية ، وليس أدل على ذلك من أنه فى نفس الوقت تقريبا الذى أعلن فيه جويمت عن تفاصيل طريقته ، أعلن الكيميائيان الألمانيان جميلين وكيتج (Gemilin and Kottig) ، اللذين كانا يعملان منفصلين ، عن توصلهما لتصنيع الأزرق اللازوردى. وفى عام ١٨٣٠ تقريبا شيدت مصانع لإنتاج الأزرق اللازوردى فى كل من فرنسا وألمانيا ثم فى انجلترا وبلجيكا والولايات المتحدة الأمريكية ، ومنذ ذلك التاريخ أنتج الأزرق اللازوردى على نطاق تجارى وانتشر استخدامه فى مختلف الأغراض وفى الأعمال الفنية .

ومن الناحيتين الطبيعية والكيميائية يتماثل الأزرق اللازوردى الآتى من وراء البحار (Ultramarine blue natural) المحضر من حجر اللازورد (Lapislazuli) مع الأزرق اللازوردى المحضر صناعيا ، فقد صنع الأزرق اللازوردى وفق الصيغه الكيميائية لحجر اللازورد التى أثبتها الكيميائيان الفرنسيان ديزورميه وكليمنت (Desormes and clement) فى عام ١٨٠٦ ، والتى ثبت بها أن حجر اللازورد يتكون بصفة أساسية من أكاسيد الصوديوم والسيليكون والألومنيوم بالاضافة إلى الكبريت .

وقد ذكر جيجر (F.M. Jaeger) أن الدارسين لم يتوصلوا بعد إلى صيغة كيميائية محددة للأزرق اللازوردى الصناعى ،

غير أنهم أثبتوا وجود مركب ذو تركيب كيميائى محدد هو «$Na_8 Al_6 Si_6 O_{24}$» ، وأن هذا المركب يتحد إما مع ذرات من الكبريت ، وإما مع ذرات من الكبريت والصوديوم معطيا الأزرق اللازوردى ، وعلى ذلك نجد أن الصيغة الكيميائية للأزرق اللازوردى تتراوح مابين الصيغة «$Na_8 Al_6 Si_6 O_{22} S_4$» والصيغة «$Na_{10} Al_6 Si_6 O_{24} S_2$» والأزرق اللازوردى الصناعى شأنه فى ذلك شأن الأزرق اللازوردى الطبيعى يتحلل ويفقد لونه بفعل الأحماض وينتج عن تحلله الكبريت وغاز كبريتيد الهيدروجين .

ويتميز الأزرق اللازوردى الصناعى بدقة وتماثل حبيباته وبمعامل إنكساره الضوئى الصغير (١٫٥) . وتظهر حبيبات الأزرق اللازوردى الصناعى تحت الميكروسكوب فى الضوء النافذ معتمة ومتماثلة ضوئيا (Isotropic) . أما فى الضوء المنعكس فإن لون الحبيبات الأزرق يبدو مشوبا بأطياف وردية باهتة . ومن وجهة النظر هذه يفضل الفنانون عليه الأزرق اللازوردى الطبيعى المحضر من حجر اللازورد (Lapislazuli) .

ويتميز الأزرق اللازوردى الصناعى أيضا بدرجة كبيرة من الثبات الكيميائى ، حيث لا يتأثر بالمحاليل القلوية أو الضوء الشديد أو درجات الحرارة العالية ، وإن كان يتحلل ويفقد لونه بالأحماض ، حتى ولو كانت أحماضا عضوية ضعيفة مثل حمض الخليك . ولمقاومة الأزرق اللازوردى لتأثير المحاليل القلوية ، فإنه يستخدم عادة فى الصور والنقوش الجدارية من نوع الفريسكو (Fresco mural paintings) .

والأزرق اللازوردى ، إذا لم يكن نقيا ، فإنه يحتوى على شوائب من الكبريت ، الأمر الذى يؤدى عندما يمزج مع مواد التلوين الأخرى من مركبات الرصاص والنحاس إلى إسوداد اللون . ويكتسب الأزرق اللازوردى لونا رماديا أو ربما يبدو عديم اللون عندما يمزج بكمية كبيرة من وسيط زيت الكتان . وتعرف هذه الظاهرة باسم « مرض الأزرق اللازوردى الآتى من وراء البحار » (Ultramarine sickness)

الأزرق البروسى Prussian blue $Fe_4(Fe[CN]_6)_3$

الأزرق البروسى هو أقدم مواد التلوين التى حضرت فى الأزمنة الحديثة صناعيا ، وهو مركب كيميائى متراكب من حديد وسيانيد الحديديك $Fe_4 Fe[CN]_6)_3$. ويحضر الأزرق البروسى حاليا بأكسدة مزيج من محاليل كبريتات الحديدوز وحديدو سيانيد الصوديوم وكبريتات الأمونيوم بفعل حمض الكبريتيك أو ثنائى كرومات البوتاسيوم . والأزرق البروسى المحضر بهذه الطريقة يتميز بلونه الأزرق العميق وبحبيباته المتناهية فى الدقة والمتماثلة فى الحجم .

ويتميز الأزرق البروسى ، رغم شفافيته ، بقوة تلوين كبيرة جدا ، إذ أن جزءا واحدا منه يلون ٦٤٠ جزءا من أبيض الرصاص (الإسبيداج) بلون أزرق واضح .

ويظهر الأزرق البروسى تحت الميكروسكوب فى الضوء النافذ بلون أزرق مائل إلى الخضرة ، وعندما يستخدم ممزوجا بزيت الكتان فإن حبيباته المتناهية فى الدقة لا تظهر تحت الميكروسكوب ، حتى ولو استخدمت قوة تكبير كبيرة .

ويقاوم الأزرق البروسى بدرجة معقولة تأثير الضوء والهواء ، إلا أنه فى بعض الحالات وعندما يتعرض لمدة طويلة لضوء

الشمس والهواء المتجدد يكتسى بسحابة رقيقة من اللون البرونزى اللامع . وربما يتحول تحت هذه الظروف عندما يكون ممزوجا بوسيط لونى من زيت الكتان إلى اللون الأخضر نتيجة لاصفرار لون زيت الكتان بفعل عاملى الضوء والهواء . ورغم أن الأزرق البروسى لا يتأثر بالأحماض المعدنية المخففة ، إلا أنه يذوب فى حمض الخليك المخفف (١٠ ٪) . ويتأثر الأزرق البروسى بدرجة كبيرة بمحاليل المواد القلوية ، حيث يتحول إلى اللون البنى ، ولهذا فإنه لا يصلح للإستخدام فى صور ونقوش الإفريسك . ويتحلل الأزرق البروسى بالتسخين ويتخلف عنه بقايا من أكسيد الحديديك .

ويحتل الأزرق البروسى مكانة بارزة فى تاريخ مواد التلوين ، وذلك على أساس أنه إحدى مواد التلوين التى أمكن تحديد تاريخ تصنيعها بعام ١٧٠٤ ميلادية ، ومن ثم فإنه يمكن عن طريق تواجده فى نقش أو صورة ما تحديد تاريخها بدقة كبيرة .

أخضر شيلا (Scheelès Green $Cu\,H\,As\,O_3$)

حضر أخضر شيلا فى عام ١٧٧٨ بواسطة الكيميائى السويدى كارل ويلهلم شيلا ، ومن ثم سمى بإسمه . وأخضر شيلا هو أول مواد التلوين الصناعية الخضراء التى تتكون بصفة أساسية من النحاس والزرنيخ ، وصيغته الكيميائية هى ($Cu\,H\,As\,O_3$) .

ويحضر أخضر شيلا عن طريق إذابة أكسيد الزرنيخ الأبيض ($As_2\,O_3$) فى محلول من الصودا الكاوية ، ثم يضاف المحلول الناتج وهو ساخن إلى محلول من كبريتات النحاس ، فيتكون بذلك راسب أخضر هو أخضر شيلا .

ويتحلل أخضر شيلا بالأحماض ويبهت لونه سريعا بفعل الضوء ، كما أن مركبات الرصاص والكبريت تؤدى إلى إسوداد لونه إذا ما مزجت به . وأخضر شيلا سام جدا ، ولهذا لم يلق انتشارا كبيرا ، ولم يتعرف عليه الدارسون إلا فى بعض اللوحات التى يرجع تاريخها إلى أواخر القرن الثامن عشر وأوائل القرن التاسع عشر الميلاديين .

الأخضر الكوبالتى (Cobalt Green $Co\,O.\,Zn_2\,O_3$)

تمكن الكيميائى الألمانى رينمان (Rinmann) من تحضير الأخضر الكوبالتى معمليا فى عام ١٧٨٠ ميلادية ، إلا أنه وبسبب ارتفاع تكاليف تحضيره ظل محدود الإستعمال حتى عام ١٨٣٥ ، وهو العام الذى أصبح فيه الحصول على خاماته ، وخاصة أكسيد الزنك ، ميسرا بأثمان معقولة ، ومن ثم أمكن تداوله على نطاق تجارى .

ويحضر الأخضر الكوبالتى بإضافة محلول من أملاح الكوبالت القابلة للذوبان إلى عجينة مائية من أكسيد الزنك ويقلب جيدا وتترك العجينة الناتجة لتجف ثم تحمص . وأخيرا تصحن الكتلة الناتجة جيدا وتنخل ، وبذلك يكون الأخضر الكوبالتى معدا للإستعمال فى عمليات تلوين النقوش والصور .

والأخضر الكوبالتى مادة تلوين نصف شفافة حبيباتها دقيقة الحجم ومنتظمة الشكل ولها قوة تغطية متوسطة القيمة . ويمكن التعرف على الأخضر الكوبالتى ميكروسكوبيا فى الضوء النافذ بحبيباته الشفافة الكروية الشكل وبانعكاساته الضوئية الشديدة وبلونه الأخضر اللامع .

ويتميز الأخضر الكوبالتى بدرجة عالية من الثبات الكيميائى ، إذ يقاوم تأثير المحاليل القلوية القوية ودرجات الحرارة العالية والضوء الشديد ، غير أنه يذوب فى محاليل الأحماض المعدنية المركزة .

الأزرق الكوبالتى (Cobalt blue $Co\ O{\cdot}Al_2\ O_3$)

حضر الأزرق الكوبالتى معمليا فى عام ١٨٠٢ ميلادية بواسطة الكيميائى الفرنسى زينارد (Thenard) . ومنذ ذلك التاريخ أقبل الفنانون على استخدامه وازداد مع الأيام شهرة وانتشارا ، حتى أنه أصبح الآن أهم مواد التلوين الكوبالتية وأوسعها إستخداما .

ويحضر أبسط صور الأزرق الكوبالتى ، ألومينات الكوبالت ($Co\ O{.}Al_2\ O_3$) ، بتحميص خليط من أكسيد الكوبالت وهيدروكسيد الألومنيوم . وتختلف الخصائص اللونية للأزرق الكوبالتى إختلافا محدودا باختلاف طرق تحضيره وأيضا باختلاف كمية ونوعية الشوائب الموجودة طبيعيا فى خاماته ، غير أن مثل هذه الإختلافات لا تطمس لونه الأزرق الرائق ، خاصة فى الضوء الطبيعى .

ويمكن تمييز الأزرق الكوبالتى ميكروسكوبيا فى الضوء النافذ بحبيباته الدقيقة الكروية الشكل وغير المنتظمة الحجم وبانعكاساته الضوئية القوية المتماثلة وبلونه الأزرق اللامع وأيضا بمعامل إنكساره الضوئى المتوسط القيمة (١٫٧٤) .

ويتميز الأزرق الكوبالتى بدرجة عالية جدا من الخمول والثبات الكيميائى ، ولذلك فإنه يستعمل فى عمليات تزجيج الفخار . ويقاوم الأزرق الكوبالتى تأثير الأحماض المعدنية والقلويات القوية ، كما أنه لا يتأثر بالضوء الشديد وبدرجات الحرارة العالية .

أصفر الكروم (Chrome yellow $Pb\ Cr\ O_4$)

تمكن الكيميائى الألمانى فوكويلين (L.N.Vauquelin) مكتشف عنصر الكروم من تحضير أصفر الكروم معمليا فى أوائل القرن التاسع عشر الميلادى (١٨٠٩) ، غير أنه لم ينتج على النطاق التجارى إلا فى عام ١٨١٨ ميلادية .

ويحضر أصفر الكروم ، كرومات الرصاص ($Pb\ Cr\ O_4$) ، بإضافة محلول من خلات أو نترات الرصاص إلى محلول قلوى من الكرومات أو ثنائى الكرومات . وأصفر الكروم مادة متبلورة يتفاوت لونها من الأصفر الليمونى إلى الأصفر البرتقالى تبعا لحجم الحبيبات ، الذى يعتمد بدوره على ظروف الترسيب .

ويتميز أصفر الكروم بكثافته العالية وبحبيباته الدقيقة المعتمة . ويظهر تحت الميكروسكوب ، عندما تستخدم قوة تكبير عالية ، على هيئة بللورات دقيقة منشورية الشكل أحادية الميل (Monoclinic) ذات إنعكاسات ضوئية عالية .

ويقاوم أصفر الكروم بدرجة معقولة تأثير الضوء خاصة إذا كان نقيا ، غير أنه لوحظ مرارا أنه يتحول إلى اللون البنى بالتقادم الزمنى . ويستخدم أصفر الكروم عادة فى نقوش التمبرا ممزوجا بوسيط لونى من زيت الكتان . ولا يصلح أصفر الكروم لصور ونقوش الفريسكو بسبب تغير لونه بفعل المواد القلوية ، وذلك لاحتوائها على الجير المطفأ .

أصفر الكادميوم (Cadmium yellow Cds)

تبين سترومير (Stromeyer) وجود أصفر الكادميوم لأول مرة عام ١٨١٧ ميلادية واستخدمه ميلاندرى (Melandri) أيضا فى أحد الصور الزيتية التى يرجع تاريخها إلى عام ١٨٢٩ ، وبالرغم من ذلك فإنه لم يلق انتشارا إلا بعد أن أمكن تصنيعه على نطاق تجارى فى عام ١٨٤٦ ميلادية . ومنذ ذلك التاريخ أقبل الفنانون على استخدامه حتى أصبح ومنذ وقت مبكر وإلى الآن من أهم مواد التلوين الصفراء ، إن لم يكن أهمها على الاطلاق .

ويتركب أصفر الكادميوم من كبريتيد الكادميوم (Cds) ويحضر بالترسيب من محلول حمضى من كلوريد أو كبريتات الكادميوم بفعل غاز كبريتيد الهيدروجين . ويتدرج لون أصفر الكادميوم من الأصفر الليمونى إلى البرتقالى العميق تبعا لاختلاف ظروف الترسيب .

ويوجد أصفر الكادميوم أيضا فى الصبيعة فى صورة معدن الجرينوكيت (Greenockite) ، غير أنه لم يقم حتى الآن دليل على استخدام هذا المعدن فى أغراض النقش والتصوير .

ويتميز أصفر الكادميوم بمعامل إنكساره الضوئى الكبير ، ومن ثم بقوة تغطيته العالية وأيضا بمقاومته الكبيرة لتأثير الضوء . ويتحول أصفر الكادميوم عند درجات الحرارة العالية إلى أكسيد الكادميوم ولونه أصفر مائل إلى البنى .

ويقاوم أصفر الكادميوم تأثير محاليل الأحماض والقلويات المخففة الباردة ، غير أنه يذوب بسرعة فى محاليل الأحماض المعدنية المركزة مع تصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين .

الأخضر الزبرجدى (Viridian $Cr_2O_3 \cdot 2H_2O$)

يتركب الأخضر الزبرجدى من أكسيد الكروم المائى ($Cr_2O_3 \cdot 2H_2O$) ويتميز بشفافيته وبلونه الأخضر اللامع . ويحضر الأخضر الزبرجدى سواء فى الماضى أو الوقت الحاضر ، بتسخين خليط من أملاح الكرومات القاعدية (ثنائى كرومات البوتاسيوم) وحمض البوريك إلى درجة الإحمرار ، وذلك بغرض إختزال الكرومات إلى أكسيد الكروم . وبعد أن تتم عملية الإختزال يلقى أكسيد الكروم وهو متوهج فى برميل مملوء بالماء البارد وتيرك به إلى أن يتحول أكسيد الكروم إلى أكسيد الكروم المائى (Hydrous chromium oxide) .. أى الأخضر الزبرجدى . يؤخذ أكسيد الكروم المائى (الأخضر الزبرجدى) ويصحن جيدا وهو مبتل ويغسل بالماء الساخن ، لإزالة ماقد يكون مختلطا به من شوائب ثم يجفف ، وبذلك يكون جاهزا للإستعمال فى عمليات النقش والتصوير .

ويتميز الأخضر الزبرجدى بقوة تلوين كبيرة وبدرجة ثبات كيميائى عالية ، فهو لايتأثر سواء بالأحماض المعدنية المخففة أو بالقلويات أو بالضوء ، وإن كان لونه الأخضر الشفاف اللامع يتحول إلى اللون الأخضر المعتم بفعل درجات الحرارة العالية ، وذلك لتحوله إلى أكسيد الكروم اللامائى (Anhydrous chromium oxide) .

ويمكن التعرف على الأخضر الزبرجدى ميكروسكوبيا بحبيباته الشبه كروية الشكل وغير المنتظمة الحجم ، والتى تتميز

بشفافيتها وبلونها الأخضر اللامع . وبالرغم من انتاج الأخضر الزبرجدى على نطاق تجارى فى فرنسا فى عام ١٨٣٨ ميلادية، إلا أنه لم يستخدم فى عمليات النقش والتوير إلا فى عام ١٨٦٢ ميلادية . ومنذ ذلك التاريخ أقبل الفنانون على استخدامه لصلاحيته فى جميع أساليب النقش والتصوير .

أحمر الكادميوم (Cadmium red CdS (Se

يتركب أحمر الكادميوم من سلفوسيلنيد الكادميوم CdS(Se) ، ويحضر بترسيب كبريتات الكادميوم بفعل كبريتيد الصوديوم والسيلينيوم . وقد ثبت أنه بالتحكم فى نسبة الكبريت إلى السيلينيوم وأيضا بالتحكم فى ظروف الترسيب يمكن الحصول على أحمر الكادميوم بدرجات لونية متدرجة من اللون الأحمر الذهبى إلى الأحمر البنى . ومنذ أن تمكن منتجو مواد التلوين من إنتاج أحمر الكادميوم على نطاق تجارى فى عام ١٩١٠ ميلادية أقبل الفنانون على استخدامه ، حتى أنه أزاح البرونز المذهب (Vermilion) عن مكانته فى قائمة مواد التلوين التى كان يستخدمها الفنانون قبل هذا التاريخ .

ويمكن التعرف على أحمر الكادميوم ميكروسكوبيا بحبيباته الكروية الشكل والدقيقة الحجم (أقل من ملليميكرون) والتى تظهر تحت الميكروسكوب فى الضوء النافذ بلونها الأحمر الفاقع .

ويتميز أحمر الكادميوم بمعامل إنكساره الضوئى الكبير ، ومن ثم بقوة تغطيته الكبيرة . ويتميز كذلك بدرجة معقولة من الثبات الكيميائى ولا يتغير لونه فى الظروف العادية بالضوء الشديد .

أبيض التيتانيوم (Titanium white Ti O2)

أبيض التيتانيوم هو أكثر مواد التلوين البيضاء اللون بياضا وأكبرها قوة فى التغطية . وقد أنتج أبيض التيتانيوم على نطاق تجارى وانتشر إستخدامه فى أغراض النقش والتصوير فى عام ١٩١٦ ميلادية ، وذلك بعد أن تمكن الكيميائيون من معالجة معدن الإلمنيت (Ilmenite) وتحضير أبيض التيتانيوم (ثانى أكسيد التيتانيوم) .

ويتميز أبيض التيتانيوم بدقة حبيباته وبمعامل إنكساره الضوئى الكبير (٢٫٦) ومن ثم بقوة تغطيته الكبيرة ، التى تصل إلى ضعف قوة تغطية أبيض الرصاص .

ويتميز أبيض التيتانيوم كذلك بدرجة عالية جدا من الثبات الكيميائى ، حيث لا يتأثر بدرجات الحرارة العالية أو بالأحماض المخففة أو بالقلويات أو بالضوء .

برتقالى المولبدنوم (Molybdate orange 7pbcr04.2pb So4. 1pbMoO4)

يرجع تاريخ تحضير برتقالى المولبدنوم إلى عام ١٩٣٠ ميلادية . وهو عبارة عن خليط من كرومات الرصاص وكبريتات الرصاص ومولبدات الرصاص بنسبة (٧ : ٢ : ١) . وبرتقالى المولبدنوم مادة متبلورة تتميز بحبيباتها الدقيقة الكروية الشكل والمتماثلة فى الحجم .

ويتميز برتقالى المولبدنوم بمعامل إنكساره الكبير ، ومن ثم بقوة تغطية عالية ، ويتمتع من الناحية الكيميائية بدرجة متوسطة من الثبات الكيميائى ، إذ يتأثر لونه بفعل الضوء وبفعل الهواء المحمل بشوائب غازية من كبريتيد الهيدروجين .

أزرق المنجنيز (Manganese Blue)

حضر أزرق المنجنيز لأغراض النقش والتصوير فى عام ١٩٣٥ ميلادية . وأزرق المنجنيز عبارة عن منجنات الباريوم (Barium manganate) مثبت على حامل من كبريتات الباريوم ويميل لونه إلى الخضرة قليلا .

ويتميز أزرق المنجنيز بدرجة عالية من الخمول والثبات الكيميائى ، فهو لا يتأثر بدرجات الحرارة العالية ولا يذوب فى الأحماض المركزة أو القلويات .

ويمكن التعرف على أزرق المنجنيز ميكروسكوبيا بحبيباته الكبيرة نسبيا والغير منتظمة فى الشكل أو الحجم .

ومن ناحية أخرى فإن أزرق المنجنيز يختص بمعامل إنكسار ضوئى صغير القيمة ، ومن ثم بقوة تغطية متواضعة .

طرق تأريخ النقوش والصور الجدارية Dating of mural paintings

بعد أن تحدثنا عن الصور والنقوش الجدارية ، من حيث أساليبها الفنية ومن حيث المواد التي استخدمت فى تصوير وتلوين وتجهيز أرضيات هذه النقوش والصور ، لعله يكون من المفيد أن نتناول بشيىء من الإيجاز طرق تأريخها .

وقد انتهى الدارسون إلى تحديد ست طرق يمكن عن طريقها تأريخ الصور والنقوش الجدارية سوف نجملها فيما يأتى :ـــ

أولا : دراسة صور الحيوانات والنباتات التى قد تتضمنها الصور والنقوش الجدارية

درج الإنسان منذ أقدم العصور وفى المراحل التاريخية المختلفة على تصوير الحيوانات والنباتات التى توجد فى البيئة التى يعيش فيها . وقد تكون بعض الحيوانات والنباتات المصورة قد عاشت فى المنطقة التى عثر فيها على الصورة أو النقش الجدارى ثم انقرضت ، لذلك فإنه يمكن تأريخ النقش أو الصورة بحدود الفترة الزمنية التى عاشت فيها هذه الحيوانات أو النباتات . مثال ذلك صور الفيلة والزراف فى النقوش الصخرية التى عثر عليها فى بلاد ـبة المصرية ، وقد تحدد تاريخها بالعصر الباليوليثى أو العصر النيوليثى على أكثر تقدير ، وذلك على أساس أن الفيلة والزراف قد انعدم وجودها فى مصر بعد ذلك التاريخ (٢) .

ثانيا دراسة الأدوات الحجرية التى يعثر عليها فى مواقع الصور والنقوش الجدارية

قد يعثر على بعض الأدوات الحجرية فى مواقع الصور والنقوش الجدارية . ومن الثابت الآن بعد الدراسات العلمية المتعمقة إمكان تحديد عمر الأدوات الحجرية على أساس شكلها وطريقة صنعها ، وعليه فإنه يمكن تأريخ الصور والنقوش الجدارية بتاريخ الأدوات الحجرية التى قد يعثر عليها فى مواقع الصور والنقوش الجدارية المطلوب تأريخها .

ثالثا : دراسة الأوانى الفخارية التى يعثر عليها فى مواقع الصور والنقوش الجدارية

يكمن الآن تحديد عمر الآوانى الفخارية بطريقتين هما :ـ

أ) الطريقة الطرازية (Typology)

وذلك بمقارنة طراز أو نمط الأوانى الفخارية مع نظام التأريخ التتابعى لبترى (Petriés Sequence dating system) ومعرفة التاريخ التتابعى لها ، وهو تاريخ يقدر بالترتيب الزمنى النسبى .

ب) طريقة التألق الحرارى (Thermoluminescence)

ويتم تأريخ الأوانى الفخارية بهذه الطريقة بتسخين كمية صغيرة من الفخار المسحوق حتى درجة ٥٠٠ درجة مئوية وقياس التألق الحرارى الصادر منها ثم تطبيق القانون الآتى :ـ

$$\text{العمـــــر} = \frac{\text{كمية التألق الحرارى الصادر من العينة}}{\text{كمية التألق الحرارى الناتج عن سنة واحدة}}$$

وعلى ذلك يمكن تأريخ الصور والنقوش الجدارية بتاريخ الأوانى الفخارية التى قد يعثر عليها فى مواقع الصور والنقوش الجدارية المطلوب تأريخها .

رابعا : دراسة أساليب النقش والتصوير

تطور التصوير والنقش الجدارى عبر العصور المختلفة وتنوعت أساليبه الفنية بتنوع الوسيط اللونى المستخدم فى كل أسلوب من أساليب النقش والتصوير . وقد عرفنا من هذه الأساليب التمبرا والفريسكو والتصوير الشمعى والتصوير الزيتى وأيضا التصوير باستخدام وسيطات لونية من الراتنجات الصناعية (الأكريليك والفنيل ... الخ) .

وعلى أساس أن كل أسلوب من أساليب النقش والتصوير قد عرف فى وقت معين ، فإنه يمكن تأريخ النقوش والصور إعتمادا على الأسلوب المستخدم فى تنفيذها . وعلى سبيل المثال فإنه لايمكن تأريخ صورة زيتية بالعصر الرومانى أو تأريخ صورة نفذت بأسلوب الأكريليك بالقرن التاسع عشر ، إذ أن هذين الأسلوبين قد عرفا بعد هذه الأزمنة .

خامسا : دراسة مواد التلوين

تنوعت مواد التلوين عبر العصور . ولم يكتف الفنانون بما كان يتوافر لهم من مواد تلوين طبيعية ، بل نجد أنهم وبتوالى العصور لجأوا إلى مواد التلوين التى أمكن تحضيرها معمليا وتيسر إنتاجها على نطاق واسع . ولقد مر بنا أن المهتمين بدراسة تاريخ مواد التلوين قد تمكنوا وبدقة من تحديد فترات تاريخية لاستخدام مواد التلوين الطبيعية وتواريخ محددة لاستخدام مواد

التلوين التى أمكن تحضيرها صناعيا . وعلى هذا الأساس يمكن القول بإمكانية تأريخ نقش أو صورة ما بتاريخ مواد التلوين التى استعملت فيها . وعلى سبيل المثال إذا قيل بأن تاريخ صورة ما تحتوى على الأزرق البروسى (Prussian blue) هو القرن الخامس عشر، فإن هذا يكون خطأ ، وذلك باعتبار أن الأزرق البروسى لم يعرف إلا فى القرن الثامن عشر.

سادسا : الكربون ١٤ المشع

إذا عثر على مواد عضوية فى موقع النقش أو الصورة المطلوب تأريخها وترجع إلى نفس عصرها ، فإنه يمكن اتباع طريقة الكربون ١٤ المشع فى تحديد عمر المادة العضوية ، ومن ثم يمكن تأريخ النقش أو الصورة بتاريخ هذه المادة العضوية

الفصل الثانى

الزخــــارف

والحليــات المعماريـــــة

فى العمارة المصرية القديمة :

احتلت العمائر الدينية والجنازية مكانا مرموقا فى العمارة المصرية القديمة ، وكانت منذ الدولة القديمة ، على أقل تقدير، على أوثق الصلات بفنون النحت والنقش والتصوير ، حتى أنه يمكن القول من وجهة النظر المصرية القديمة أن التماثيل والنقوش والصور كانت جزءا من المعابد والمقابر المصرية ، بحيث لايجوز إغفالها إذا أريد تقدير العمارة المصرية القديمة على أساس سليم.

وبالرغم من ذلك فقد اقتصرت الحليات فى العمارة المصرية القديمة على الشغل المجوف والحزام الإسطوانى الذى يكون جزءا من الكورنيش الذى يدور حول المبنى . ويبدو أن الشريط البسيط الذى يفصل بين النقوش على الحوائط داخل المقابر والمعابد هو كل ما احتاجه المصريون القدماء من الحليات . أما الأعمدة فقد كانت فى الأصل هندسية صرفة ، ليس فيها من العناصر الزخرفية الطبيعية شيء ، ولكنها بدأت بعد ذلك تتصل بالوحدات الطبيعية كسعف النخيل وأزهار البردى واللوتس .

فى العمارة الإغريقيـــة :

يذكر الدكتور فريد شافعى فى كتابه «العمارة العربية فى مصر الإسلامية » ، أن الفن الإغريقى قد جاء من أصول لازالت غامضة على علماء تاريخ الفنون حتى الآن ، وأنه على الرغم من محاولة البعض منهم الربط بين ذلك الفن وبين فنون جزر بحر إيجة ، التى يؤرخها العلماء فيما بين سنة ٣٠٠٠ وسنة ١١٠٠ ق.م ، فإن هناك فجوة تبلغ أكثر من أربعة قرون تفصل مابين تلك الفنون وبين الحلقات الأولى من الفن الإغريقى ، وهى الفترة الغامضة التى عرفت « بالعصور المظلمة » (٦ ــ ٩١) .

ومهما يكن من أمر فإن أهم التفاصيل المعمارية التى برز دور الفن الإغريقى فى ابتكارها هو العمود الكامل بتاجه وقاعدته وتتويجته . ولقد حظى العمود بأكبر قدر من إهتمام الفنانين الإغريق ــ سواء فى تنويع أشكاله ، ومنها العمود الدورى Doric (لوحة رقم ١ ــ شكل حـ) ، والأيونى Ionic (لوحة رقم ١ ــ شكل ب) ، والعمود الكورنثى Corinthrian (لوحة رقم ١ ــ شكل أ) ، أو فى إعطائه نسبا معمارية جيلة ــ حتى أنه أصبح من أبرز عناصر الفن الإغريقى . وقد اتخذ فنانو الإغريق من ورقة الأكانثاس Acanthus عنصرا زخرفيا زينوا به تاج العمود الكورنثى (لوحة رقم

٢) . وقد أخذها الرومان عنهم ونوعوا فى أشكالها وتوسعوا فى مجالات استخدامها ، حتى أنها لعبت دورا هاما فى الفن الرومانى وانتقلت منه بعد ذلك إلى الفن البيزنطى ، وإلى الفن الساسانى ثم إلى الفن العربى الإسلامى لتأخذ مكانا بارزا بين زخارفه النباتيه (٦ — ٩٣) .

وابتكر الإغريق الكثير من الحليات المعمارية Mouldings ، واهتموا بتنويعها وزخرفتها ، ثم أخذ الرومان عنهم بعضا منها وطوروها بطريقتهم الخاصة إلى أن نقلها البيزنطيون عنهم ، وقد أصبحت هذه الحليات عنصرا هاما فى عمارة أوروبا فى العصور الوسطى (لوحة رقم ٣) .

ونجد أن الفنانين الإغريق قد عنوا عناية كبيرة بواجهات العمائر واتخذوا من مثلث جمالون السقف عضوا معماريا جملوا به واجهات المعابد وغيرها من العمائر وأبدعوا فى زخرفة إطارات القمم المثلثة وفى ملء حشواتها بنحت بارز يمثل القصص والأساطير الإغريقية (٦ — ٩٥) .

وقد اتجه فنانو الإغريق إلى الطبيعة واقتبسوا منها عناصر متنوعه ووضعوها فى قالب زخرفى . ولعل من أبرز تلك العناصر ورقة الأكانثاس (لوحة رقم ٢) والمراوح النخيلية Palmettes وأنصافها Split palmettes والأنتيمون (لوحة رقم ٤) وورق اللبلاب وأوراق الزيتون وثمار وأوراق العنب .

ولم يكتف الإغريق بالوحدات الزخرفية النباتية ، بل إنهم قد اتجهوا إلى الوحدات الهندسية التى صاغوا منها زخارف هندسية متنوعة ، ومن أهمها الأشرطة الزخرفية من الخطوط المتكسرة Frets والصليب المعكوف Swastika (لوحة رقم ٥) والدوائر المتشابكة التى صاغوها على هيئة جدائل Guilloche .

ولقد عثر فى مدينة برجامة (Pergamum) قرب الساحل الغربى من آسيا الصغرى على آثار معمارية وقطع من النحت البارز تعتبر من أروع ما عبر به الإنسان عن إتجاهاته وإمكانياته الفنية .

فى العمارة الرومانية :

أخذ الرومان الكثير من الفنون الإغريقية ، وأدخلوا عليها أنواعا من التحوير والتصرف ، غير أنهم لم يكتفوا بذلك وأضافو عدة عناصر وتفاصيل أخرى أخذوها من الطرز المعمارية التى ترسخت فى الشرق الأوسط فى الشام والعراق وفارس (٦ — ١١٣) .

وقد اعتمد الرومان على طرز الأعمدة التى تأصلت فى الفن الإغريقى ، وهى العمود الدورى والعمود الأيونى والعمود الكورنثى ، غير أنهم جعلوا لها طابعا رومانيا بتصرفهم فى نسبها وتفاصيل تتويجاتها Entablatures وحلياتها وفى زخارف وتفاصيل التيجان والقواعد (لوحة رقم ٦ ، ٧) ، ثم أضافوا اليها نوعين جديدين أحدهما « التوسكانى » ، وهو اشتقاق مبسط من العمود الدورى (لوحة رقم ٦ — شكل هـ) وثانيهما « العمود المركب » ، ويجمع تاجه وقاعدته بين العناصر الرئيسية فى كل من الأيونى والكورنثى (لوحة رقم ٦ — شكل أ) . وقد أخذ العمود المركب من العمود الأيونى حلزوناته الكبيرة وحلية البيضة والسهم أو البيضة واللسان التى كانت توضع بين الحلزونات ، ووضع كل ذلك فوق صفوف أوراق الأكانثاس التى

يمتاز بها العمود الكورنثى . ولم يكتف الفنان الرومانى بهذا التصرف فى العمود المركب ، بل استبدل الحلزونات الكبيرة فى بعض الأحيان بعناصر من الكائنات الحية مثل الطيور أو الحيوانات أو أجزاء منها (لوحة رقم ٨) . ومن ناحية أخرى فقد ابتكر الرومان عنصرا بمثابة كرسى (Pedestal) مرتفع ترتكز عليه قاعدة العمود (لوحة رقم ٦) .

وعلى خلاف ما استقرت عليه التقاليد الفنية الإغريقية من عدم استخدام العقود للفتحات والأقبية للحجرات والقاعات، نجد أن الرومان قد أكثروا من استعمال العقود والأقبية الطولية والمتقاطعة وكانت كلها من النوع ذى الشكل النصف دائرى (لوحة رقم ٩) . ومن ناحية أخرى استخدم الرومان القباب لتغطية المساحات الواسعة بالبناء بدلا من الخشب ، غير أنهم حرصوا أن تكون تلك المساحات ذات مسقط دائرى أو عديد الأضلاع ، وذلك لتفادى الأركان المثلثة التى تنتج من وضع قبة فوق مكان مربع المسقط (٦ ـ ١١٥) . ولقد درج الرومان فى أحيان كثيرة على تزيين بواطن العقود والأقبية والقباب بحشوات غائرة من أشكال مربعة أو مثمنة ، وهى الأشكال التى يطلق عليها فى الاصطلاح المعمارى الدارج اسم « قصع » .

وقد أدخل الفنانون الرومان تحويرا وتصرفا على العناصر الزخرفية الإغريقية بأنواعها المختلفة من معمارية وهندسية وكائنات حية ونباتية (لوحة رقم ١٠) . ونجد أن العناصر النباتية فى الطراز الرومانى فى البلدان المختلفة وفى بلاد الشام بوجه خاص قد ازدادت عددا بإضافة أنواع الثمار والفاكهة المختلفة كالرمان والصنوبر وسنابل القمح وأوراق العنب وعناقيدها . ولقد لعب عنصر أوارق الأكانثاس (لوحة رقم ١١) دورا هاما ورئيسيا فى تلك العناصر ، وقد إنتشر استعماله بشكل ملحوظ ودخل فى مكونات أغلب الوحدات الزخرفية واشتقت منه ومن جزيئاته عناصر زخرفية متعددة مثل الكؤوس والعروق المتموجة .

وقد إنتقلت أغلب تقاليد الطرز الرومانية إلى عمارة مستعمرات الدولة الرومانية فى الشرق الأوسط ، وخاصة منطقة الشام التاريخية الكبيرة ، التى احتفظت بعدد كبير من الآثار الرومانية (٦ ـ ١١٧) .

فى العمارة المسيحية والبيزنطية :

وإذا ما انتقلنا إلى الطرز المسيحية والبيزنطية ، فسوف نجد أن المسيحيون الأوائل قد اعتمدوا على التقاليد الرومانية فى العمارة من حيث التفاصيل والتخطيط ، فقد اتخذ المسيحيون الأوائل من البازيليكا الرومانية أساسا لكنائسهم . ومن ناحية أخرى فقد إتبع الأسلوب المسيحى المبكر التقاليد الرومانية فى تغطية الأسقف من الخشب وذلك فيما عدا الحنيات التى غطيت بأنصاف القباب من الداخل .

وفى عام ٣٣٠ ميلادية نقل قسطنطين عاصمة الإمبراطورية إلى مدينة بيزنطة ، التى كان الإغريق قد أسسوها مستعمرة لهم فى نحو عام ٦٦٠ ق ٠ م . وقد أطلق قسطنطين على عاصمته الجديدة إسم روما الجديدة ، غير أنه غلب عليها إسم قسطنطين فنسبت اليه . وأخيرا غير العثمانيون إسمها عند إستيلائهم عليها فى عام ١٥٤٣ ميلادية إلى استانبول . وعلى الرغم من أن تخطيط العمائر البيزنطية ، فى بداياتها الأولى ، لم يكن يختلف كثيرا عن العمائر الرومانية فى بلاد ايطاليا ومستعمراتها ، إلا أنه وبمضى الوقت أخذت العمارة البيزنطية تشق طريقها متأثرة بالطرز المعمارية فى بلاد الشام والعراق وبرزت سماتها وتميزت بصفة رئيسية باستخدام ال قباب وأنصافها والأقبية الطولية والمتقاطعة (٦ ـ ١٣٩) .

واشتق البيزنطيون من تيجان الأعمدة الرومانية وقواعدها أنواعا أخرى ، ونجد أنهم قد تصرفوا فى زخارف الأكانثاس فى تيجان الأعمدة واختزلوا عدد صفوفها وشكلوا بعضها على هيئة تنحنى مع هبوب الريح (لوحة رقم ١٢) ، واشتقوا من التاج الكورنثى أنواعا أخرى بعضها مبسط والبعض الآخر مركب وأضيفت الطيور إلى التيجان وخاصة اليمام والحمام لصلتهما الرمزية بالمسيح (لوحة رقم ١٣) . ومن تيجان الأعمدة التى وجدت فى العصر البيزنطى ، ذلك التاج الذى شكل على هيئة مخروط ناقص مقلوب ، إذ تأتى القاعدة الكبيرة ، ومسقطها مربع أحيانا ومستدير أحيانا أخرى ، فى أعلى التاج . أما القاعدة الصغرى ، ومسقطها مستدير دائما ، فتوضع فى أسفل التاج . أى عند التقائه بالبدن . ويرجح بعض الدارسين أن هذا التاج قد اشتق من تيجان الأعمدة الساسانية (لوحة رقم ١٤ ، ١٦) .

أما أبدان الأعمدة ، فقد أضاف البيزنطيون إلى القنوات الرأسية التى كانت تزين أبدان الأعمدة الإغريقية والأعمدة الرومانية قنوات غائرة وضلوعا محدبة تلتف حلزونيا حول البدن .

ولو أن البيزنطيون قد زهدوا فى استعمال الحليات (Mouldings) التى كانت منتشرة فى العمارة الرومانية ، إلا أنهم قد اتجهوا إلى تزيين عمائرهم من الداخل بالزخارف والصور الملونة على الملاط أو المرسومة بالفسيفساء ، ومنها ماكان يستخدم فى صناعته مكعبات صغيرة من الزجاج الملون والمذهب . والواقع أنهم قد نجحوا بهذه الأساليب الزخرفية فى إكساب عمائرهم فخامة لا تخطئها العين . وإذا ما انتقلنا إلى الحديث عن الزخارف البيزنطية فسوف نجد أن أكثرها قد ارتكز فى تطوره على كل من الزخارف الإغريقية الرومانية والزخارف الساسانية بدرجات متفاوتة . وقد انتشرت فى الطراز البيزنطى الزخارف الهندسية إلى الحد الذى تدخلت فيه الأفكار الهندسية فى التكوين الزخرفى للموضوعات النباتية . ومن أهم الزخارف الهندسية فى الطراز البيزنطى الأشكال المكونة من الدوائر والمضلعات المنتظمة ، التى تتصل فى بعض التكوينات الزخرفية بواسطة عقد أو أنشوطات متشابكة Interlacing (لوحة رقم ١٥) .

وفيما يختص بالزخارف النباتية البيزنطية ، نجد أن أوراق الأكانثاس قد تطورت وتحولت فصوصها فى بعض الأحيان إلى أصابع رفيعه مسننة ، بحيث أصبحت قريبة الشبه بأوراق النخيل . وقد ضم الفنان البيزنطى إليها كيزان الصنوبر ذات الحبيبات أو العناصر المحورة منها .

هذا وقد انتشرت فى الزخارف البيزنطية عناصر الكائنات الحية التى كان يعتقد البيزنطيون أن لها صلة بالسيد المسيح . مثل الحمام والطاووس والأسماك وأنواع أخرى من الحيوانات .

وثمة أمر آخر هام تجدر الإشارة إليه ، فيما يتعلق بالزخارف المحفورة فى الأفاريز والحشوات الحائطية ، وهو البعد عن التجسيم فى حفر العناصر الزخرفية (Modelling) ، بحيث قلت مستويات الحفر حتى وصل عددها فى أغلب الحالات إلى مستويين فقط ، أحدهما منخفض وهو الأرضية الغائرة والآخر مرتفع وهو سطح الزخارف الموزعة فوق هذه الأرضية . ويعتقد الدكتور فريد شافعى أن هذا الإتجاه قد وجد طريقه إلى الطراز البيزنطى بتأثير من الفن الساسانى (٦ — ١٥٣) .

ومن الأمور الملفتة للنظر فى الطراز البيزنطى إتجاه فنانيه فى أحيان كثيرة إلى التغالى فى التكوينات المعمارية والزخرفية ،

من حيث الأحجام والزخارف والتلوين واستعمال المواد الغالية والإسراف فى التذهيب . ولقد كان هذا الإتجاه عند الفنان البيزنطى على حساب القيم الفنية التى كان يضعها الفنانون فى العصور الهلينية والهلينستية والرومانية فى المقام الأول .

وفى نهاية الحديث عن الطراز البيزنطى تجدر الإشارة إلى أن بعض الدارسين يتجهون إلى تسمية الطراز البيزنطى فى مصر باسم « الطراز القبطى » ، إعتمادا على التأثيرات التى انتقلت إليه من التقاليد الفنية فى مصر القديمة .

فى العمارة الساسانيـــــة :

عندما اتجه الإسكندر المقدونى بحملته نحو الشرق وتمكن من احتلال منطقة العراق وفارس وشمال الهند دخلت معه تقاليد الفن الهلينى إلى كل تلك المناطق . وقد طغت هذه التقاليد على الفنون المحلية التى كانت قائمة فى العصر الأخامينى فى كل من العراق وفارس ، وبذلك فقد تحقق الإتصال بين طرز العمارة والفنون فى الشمال الشرقى من شبه الجزيرة العربية وبين الطرز والفنون الإغريقية .

وبمضى الوقت ترسخت تقاليد الفنون الإغريقية ، وخاصة الهلينستية ، فى تلك البقاع ، إلا أنه ومنذ نهاية عهد الأسرة السلوقية وبداية العصر الفارثى فى عام ٢٤٨ ق . م . أخذت الفنون المحلية تشتد وتقوى وتصبغ التقاليد الهلينستية بالصبغة المحلية . ولعل أبرز دليل على ذلك آثار العصر الفارثى التى مازالت قائمة فى خرائب مدينة الحضر التى تقع على بعد نحو ٩٠ كيلو مترا إلى الجنوب الغربى من الموصل . وعلى أية حال فإن الفن الساسانى قد سار بخطى نشطة نحو طابع وطنى واضح المعالم والمميزات منذ إنتهاء العصر الفارثى فى العراق عام ٢٢٦ م ، وذلك على الرغم من بقاء بعض التأثيرات الهلينستية التى أخدت تفقد ملامحها فى الفن الساسانى كلما بعد بها الزمن ، حتى كادت تتلاشى فى بعض الأحيان ، وذلك بعد أن تمكن الفنانون الساسانيون من معالجة هذه الرواسب بطريقة شرقية وأسلوب عراقى (٦ — ١٥٧) .

وإذا ما اتجهنا بالحديث إلى الزخارف والحليات فى العمارة الساسانية ، نجد أن المعماريين الساسانيين قد استخدموا الحليات المعمارية التى اقتبسوها من أصول هلينستية وبعد أن طوروها بطريقتهم الخاصة وأكسبوها طابعا محليا . ولعل من أهم الحليات المستخدمة فى العمائر الساسانية حلية « الكأس البصيلية » . وهى الحلية التى تطورت من حلية الكأس الإغريقية والرومانية (Cyma). ومما هو جدير بالذكر أن حلية الكأس البصيلية ، بعد أن اكتسبت شكلا إسلاميا خالصا أصبحت الشكل الرئيسى لحليات العمائر الإسلامية فى كل العصور ، وخاصة للطنف التى تتوج واجهات العمائر . ومن الحليات التى استخدمها الساسانيون حلية الخرز والأقراص وحليات السبحة المثقوبة وكذلك الإطارات المكونة من عقود صغيرة متلاصقة « تسمى فصوص » ، وهى الحليات التى أخذها المسلمون فى العصر العباسى وطوروها ونوعوا فيها حتى أصبحت من العناصر المميزة للزخارف المعمارية الإسلامية ، وخاصة فى المغرب الإسلامى (لوحة رقم ١٧) .

ومن الزخارف الساسانية المعمارية التى انتقلت إلى الفن العربى الإسلامى عنصر الشرافات المسننة التى عرفت منذ العصور القديمة فى كل من فارس والعراق وبلدان آسيا الوسطى . وقد انتشر إستعمال هذا النوع من الزخارف فى الفن الساسانى فى الأطراف العليا للعمائر وأيضا كزخارف فى تيجان القياصرة الساسانيين (لوحة رقم ١٨ ، ١٩) .

وقد برع الساسانيون فى طلاء الجدران بالجص . وقد أتاح لهم ذلك إبداع عناصر زخرفية متنوعة . منها ماهو مأخوذ من أصول هلينستية ومنها ماهو محلى . وكاستطراد لهذا الإتجاه إتجه الساسانيون إلى صناعة الزخارف الجصية وصبها فى قوالب لإنتاج عدة نسخ من أصل واحد لتغطية مساحات كبيرة بالزخارف .

فى العمارة العربية الاسلاميـــــة :

اتسعت رقعة الإمبراطورية الإسلامية وامتدت من الهند وآسيا الوسطى شرقا إلى الأندلس وبلاد المغرب غربا ، ومن جنوب إيطاليا وصقلية شمالا حتى بلاد اليمن جنوبا . ولقد سبق القول بأنه كان من الطبيعى أن تتنوع فى القرون الطويلة التى ازدهر فيها الفن الإسلامى طرز العمارة الإسلامية وأن تختلف وتتمايز فى أقاليم الإمبراطورية الإسلامية بما يلائم تأثيرات البيئة ، خاصة وأن البلدان التى دانت بالإسلام كانت مهدا لحضارات شامخة استقرت وتأصلت فى وجدان شعوبها ، غير أنه وبالرغم من هذا الإختلاف والتمايز فى بعض عناصر وأساليب المدارس الفنية الإسلامية سوف نجد أن وحدة العقيدة المتمثلة فى الدين الإسلامى الحنيف قد جمعت بينها وأبرزت فيها تشابها وسمات مشتركة ، بحيث نتج عن هذا التمازج والتشابه فنونا جديدة تميزت عن الفنون التى سبقتها ، وهى الفنون التى عرفت بالفنون الإسلامية .

ولقد انتقلت إلى العمارة الإسلامية ، وخاصة فى الشام ومصر ، أشكال عديدة من تيجان وقواعد الأعمدة . وبالرغم من ذلك فإن الفنانين العرب لم يقتبسوا من هذه الاشكال سوى أبسط أشكال العمود الكورنثى واختزلوا فيه أوراق وعدد صفوف الأكانثاس . ولم يكتف الفنانون العرب بذلك ، بل أخرجوا من هذا الشكل من الأعمدة نوعا إسلاميا اختصت به العمائر العربية ، وذلك بعد أن جردوه من أوراق الأكانثاس ، بحيث ظهر على هيئة كأسية وبدا وكأنه لاصلة له بالأصل الذى اقتبس منه (٦ — ٢١٣) .

ومن العناصر المعمارية التى اقتبسها المعماريون العرب المسلمين من العمارة الرومانية والبيزنطية الصنجات المزررة (Joggled Voussoirs) ، من الحجر والرخام . ومع الزمن تطورت الصنجات المزررة فى العمارة العربية الإسلامية إلى أنواع عديدة ، من أبرزها صنجات العقود المملوكية التى ربطت فيها الصنجات بواسطة حليات رائعة يحتاج تنفيذها إلى كثير من المران والخبرة (لوحة رقم ٢٠ — ٢١) .

وثمة ظاهرة أخرى فى العمارة العربية الإسلامية ظهرت فى جامع قرطبة ، وهى ظاهرة بناء العقود فى ظلة القبة من صنجة من الحجر الأبيض تليها مجموعة من أربعة مداميك من قوالب الأجر المبنية على سيفها ، ثم صنجة من الحجر الأبيض ، وهكذا بالتبادل . وقد انتشرت هذه الطريقة فى زخرفة المبانى بعد ذلك فى بناء جدران العمائر وأطلق المؤرخون العرب عليها اسم « الأبلق » (لوحة رقم ٢٢) . ولو أن أسلوب البناء بمدماك من الحجر ومدماك من مجموعة من قوالب الأجر بالتبادل كان معروفا فى العمارة البيزنطية ، غير أن استخدام تلك الفكرة لصنجات العقود يعد كما يقول بذلك الدكتور فريد شافعى ، إبتكارا عربيا إسلاميا لاشك فيه .

ومن الأساليب الزخرفية التى انتشرت فى العمارة الإسلامية زخرفة الواجهات بتقسيمها إلى حشوات غائرة بينها أكتاف أو

أعمدة ملتصقة بالجدران . وقد جرت العادة أن تتوج تلك الحشوات عقود متتالية . ويرى الدكتور فريد شافعى أن هذه الفكرة في العمارة الإسلامية قد اقتبست من العمارة الساسانية وأنها قد اختفت فترة من الوقت ثم عادت إلى الظهور بعد أن اكتسبت طابعا عربيا إسلاميا ناضجا ، وذلك فى بعض العمائر الفاطمية ، ثم انتشرت فى العصر الأيوبى وزاد انتشارها فى العصر المملوكى .

ومن الأساليب الزخرفية التى صارت من المميزات البارزة فى العمارة العربية الإسلامية « الشرافات المسننة » التى يرجع أقدم أمثلتها إلى العصر الأموى فى قصر الحير الشرقى ، وكذلك الشمسيات وهى ألواح من الحجر أو الرخام أو الجص توضع في الشبابيك وتزخرف بزخارف هندسية أو نباتية أو كتابية مفرغة . وقد تطورت مع الزمن طرق زخرفة هذه « الشمسيات » وذلك بسد الفراغات بين الوحدات الزخرفية بقطع من الزجاج الملون لإبراز زخارفها وجمال تكويناتها (لوحة رقم ٢٣) .

ولعل من أهم الأساليب الزخرفية التى ظهرت فى العصر الأموى كسوة الجدران بالفسيفساء المكونة من مكعبات صغيرة من الزجاج الملون والمذهب ومن الصدف ومن الرخام والأحجار الملونة . وتوجد أمثلة رائعة لهذا الأسلوب فى مسجد قبة الصخرة .

ومن حيث العناصر الزخرفية فى العمارة العربية الإسلامية ، فقد انتقل إليها من الطرز السابقة عليها من العناصر الهندسية ذات المميزات الخاصة أعداد قليلة منها : الصليب المعكوف الإغريقى التى ظهرت أمثلة له فى العصر الإسلامى المبكر في قطعة من الجص عثر عليها فى مدينة الفسطاط وأطلق عليها فى الاصطلاح المعمارى الدارج إسم « المفروكة » (لوحة رقم ٢٤) ، وزخرفة الجدائل وكانت معروفة منذ العصور القديمة فى العراق ومصر الفرعونية (لوحة رقم ٢٥) ، وفى العصور الإغريقية ، وكذلك عناصر الأنشوطة والمشبكات البيزنطية . أما الزخارف من الأشكال الهندسية المنتظمة مثل الدوائر المتشابكة والأشكال المضلعة والمفصصة ، فليس لها طابع خاص تتميز به فى طراز بعينه دون الآخر . وتوجد أمثلة لتلك الأشكال في الشمسيات الرخامية فى المسجد الأموى بدمشق ، وهى ترجع حسبما يرى الدكتور فريد شافعى إلى أصول رومانية .

وقد اختص الفن الإسلامي بنوع من الزخارف الهندسية ، هي ما اصطلح على تسميته « بالأطباق النجمية Star Pattern » . وقد بدأت بشائر هذا النوع من الزخارف فى القرن السادس الهجري على أيدى الفنانين العرب المسلمين ، ثم تطورت بأيديهم أيضا دون أن يكون لغيرهم فضل فى ابتكارها أو تطورها . وليس هذا بكثير على الفنان العربى المسلم ، فقد بلغت أساليب الزخارف الهندسية فى الطراز العربى الإسلامى قمة علت كل ما وصلت إليه فى أى طراز آخر من الطرز المعمارية التاريخية (لوحة رقم ٢٦) .

ولقد دخلت فى نسيج الفن العربى الإسلامى فى أولى مراحل نشأته عناصر زخرفية كثيرة إقتبسها الفنان العربى المسلم من الفنون التى سبقته . فقد اتجه الفنان العربى، شأنه فى ذلك شأن من سبقوه، إلى الكائنات الحية سواء كانت آدمية أو حيوانية أو طيور أو أسماك وسواء كانت على هيئتها الطبيعية أو المحورة وأخرج منها بعد أن جمع بينها وبين عناصر زخرفية هندسية أو نباتية مواضيع زخرفية بلغت حدا كبيرا من الجمال والروعة .. ومن أمثلة هذه الزخارف ما عثر عليه فى قصر هشام فى خربة المفجر مرسوما بالفسيفساء ويرجع تاريخه إلى العصر الأموى (٦ - ٢٢١).

ومن ناحية الزخارف النباتية، فقد استخدمت وخاصة فى المراحل الأولى للفن الإسلامى الكثير من العناصر التى كانت مستخدمة فى الطرز الفنية التى سبقته. ولقد كان من أهمها عنصر الأكانثاس التى كانت له الصدارة فى العصر الأموى، سواء فى الفسيفساء أو فى النحوت على الحجر أو الجص. وسواء كانت هيئاتها مقتبسة من الطراز البيزنطى أو الطراز الساسانى. ومن الزخارف النباتية التى استخدمت أيضا فى الفن العربى الإسلامى المراوح النخيلية وأوراق العنب، التى انتقلت من الطرا الهلينستى إلى الطراز الرومانى إلى الساسانى إلى البيزنطى، وأخيرا إلى العربى الإسلامى. ومن العناصر الزخرفية النباتية التى تشاهد بين زخارف الفيسفساء فى قبة الصخرة عناصر كثيرة من الثمار، مثل التمر والرمان والعنب وعناصر تشبه الكمثرى واللوز والبندق وكيزان الصنوبر. وقد اختفت أكثر هذه العناصر بعد ذلك ولم تظهر فى الزخارف العربية، بينما ظهرت عناصر أخرى فى العصر العثمانى، وخاصة فى الشام وآسيا الصغرى مثل القشدة والخشخاش وغير ذلك.

ولقد كان للحضارة العربية الإسلامية إتجاهها الواضح المميز فى تطوير وابتكار أساليب وعناصر زخرفية بما يتناسب مع كراهية الدين الإسلامى للتصوير. وتتمثل أخطر نتائج كراهية الإسلام للتصوير فى أن العدد الأكبر من الفنانين المسلمين قد انصرف إلى ميادين أخرى من الفنون تخلو من القيود وفيها ما يشبع غرائزهم الفنية وإظهار ماهاراتهم ومواهبهم. وقد تجلى كل ذلك فى ميادين الزخرفة بأنواعها المختلفة. ولقد كانت الزخرفة ميدانا صال فيه الفنانون العرب وجالوا وابتكروا وطوروا فى الموضوعات والمجموعات والوحدات والعناصر الزخرفية. ولقد جعل ذلك كله للفن العربى الإسلامى طابعا زخرفيا أخاذا لا تخطئه عين تميز به عن سائر الفنون كلها (لوحة رقم ٢٧).

لقد جعل الفنان المسلم من الخط العربى بأنواعه المختلفة ميدانا من ميادين الزخرفة الرئيسية. فقد أخرج من الحروف وأطرافها أشكالا وعناصر من الزخرفة تتجمع فى كلمات وعبارات لينتج منها موضوعات زخرفية ذات إيقاع فنى متناغم وتبرز فى أحيان كثيرة عناصر نباتية وهندسية توضع فى خلفية الكلمات والعبارات فتزيد من حسنها وجمالها.

وفى مجال العناصر الزخرفية الهندسية، نجد أن الفنان المسلم قد ابتكر منها ألوانا وأنواعا جديدة ألف بينها وأنتج منها أعدادا لا حصر لها من الوحدات والتكوينات الزخرفية.. ولعل من أبرزها الأطباق النجمية التى اختص بها الفن الاسلامى.

ولقد أنتج الفنانون المسلمون سجلا حافلا من العناصر الزخرفية النباتية من أوراق وزهور وثمار فى أشكال تجريدية محورة ذات طابع إسلامي مميز وفريد (لوحة رقم ٢٨، ٢٩). ولقد بلغ من روعة هذا الطابع وما تميز به من إبتكارات زخرفية أن أطلق الفنانون الأوروبيون كلمة «أرابسك Arabesque» على أية تكوينات زخرفية تتشابك فيها الوحدات بحيث ينتج منها ما يشبه ما أنتجه الفنانون العرب المسلمون، حتى ولو كانت غير إسلامية (لوحة رقم ٣٠، ٣١، ٣٢).

ومما لا شك فيه أنه ورغم وحدة الفن العربى الإسلامى، فقد وجدت إختلافات إقليمية فى بعض عناصر وتكوينات وأساليب الحليات والزخرفة تمثلت فى غلبة بعض العناصر والتكوينات والأساليب فى إقليم بعينه. والواقع أن هذه الإختلافات الإقليمية قد ترتبت فى المقام الأول على وجود حضارات تأصلت فى تلك الأقاليم قبل دخول الإسلام إليها. ولعل ما يدلل على هذا تميز الزخارف المعمارية، سواء من الفسيفساء أو الزخارف الجصية أو النقش على الحجر والخشب، فى العصر الأموى فى سوريا عنها فى العصر العباسى فى العراق. وهل هناك سبب لذلك غير اختلاف التأثيرات الحضارية الإغريقية والرومانية

والبيزنطية فى سوريا والتأثيرات الحضارية الساسانية فى العراق؟!

لذلك فقد يكون من المفيد أن نتحدث بإيجاز عن أساليب ونوعيات الزخارف المعمارية التى شاعت وتأصلت فى العصور الأموية والعباسية والفاطمية والسلجوقية، وذلك على اعتبار أنه عبر هذه العصور الزاهرة ترسخت وتأصلت الفنون الإسلامية وأخذت إتجاهات واضحة ميزتها عن الفنون التى سبقتها.

الزخـــارف المعمارية فى العصـــر الأموى

أولا : زخـــارف الفسيفســـــاء

الزخرفة بأسلوب الفسيفساء تتلخص فى تثبيت مجموعة من مكعبات الزجاج الملون والشفاف وقطع الحجر الأبيض والأسود فوق طبقة من الجص لتكوين موضوعات زخرفية. وقد إزدهر هذا الأسلوب فى العصر الإغريقى الرومانى، حيث شاع إستخدام الفسيفساء الحجرية فى تحلية أرضيات المبانى. وفى العصر البيزنطى استخدمت الفسيفساء الزجاجية فى زخرفة الجدران. ولقد تدهور هذا الأسلوب الزخرفى فى سوريا فى أواخر العصر البيزنطى، غير أنه إزدهر ثانية فى العصر الأموى، إذ استخدم العرب المسلمون عند فتحهم لسوريا التى كانت تحت الحكم البيزنطى العمال المحليين المتمرسين بالأعمال الفنية فى تشييد عمائرهم. ولعل أجمل أمثلة زخارف الفسيفساء فى هذا العصر هى ما يوجد فى مسجد قبة الصخرة وجامع دمشق وما عثر عليه فى قصر خربة المفجر (لوحة رقم ٣٣، ٣٤).

وتعد زخارف قبة الصخرة أول وأقدم محاولة ظهرت فى العصر الإسلامى لهذا النوع من الفن الزخرفى المعمارى. وتغطى جدران المسجد عناصر زخرفية نباتية كثيرة، من بينها أشجار النخيل والصنوبر وأنواع من الفاكهة مثل العنب والرمان وزخارف من أوراق الأكانثاس وبالإضافة إلى هذه الزخارف توجد عناصر من أوراق تخرج منها الفروع النباتية المتعرجة والمتصلة. وتظهر من بين هذه العناصر المتعددة وحدات من الحلى والأهلة والنجوم ووحدات تشبه الشمعدان تعلوها وحدات زخرفية مجنحة. ويتضح فى فسيفساء جامع قبة الصخرة تأثيرات من الفنون الإغريقية والرومانية والبيزنطية مع وجود عناصر من الفن الساسانى (٧ - ٣٢).

أما فسيفساء الجامع الأموى، فيتضح منها تأثر الفن الأموى بالفنون الهلينستية، حيث يلاحظ أن قوام هذه الزخارف هو عبارة عن مناظر طبيعية تصور نهرا على ضفته أشجار ضخمة وعمائر بعضها كبير يتكون من عدة طوابق. وتحمل أسقف هذه العمائر أعمدة ذات طراز كورنثى. ويرجح بعض الدارسين أن الفنانين السوريين قد نقلوا فكرة رسم هذه المناظر فى زخارف الفسيفساء من نماذج قديمة، وذلك على أساس وجود زخارف بها موضوعات مشابهة فى فسيفساء كنيسة بروما شيدت فى عهد الملك «جستينيان» مع اختلاف بسيط هو وضع المناظر الطبيعية كخلفية لرسوم الأشخاص الموجودين بالصورة، فى حين خلت صور جامع دمشق من صور الآدميين (٧ - ٣٣).

ويتضح تأثير الفن الساسانى فى الفن الأموى فى العناصر الحيوانية الموجودة فى زخارف فسيفساء قصر الشام بالمفجر، حيث

تماثل وحدة الأسد المنقض على فريسته نظيرها فى الفن الساسانى .

ثانيا : الزخارف الجصية والنحت على الحجر

إستخدم الفنان فى العصر الأموى الجص البارز المنقوش على نطاق واسع فى زخرفة القصور (لوحة رقم ٣٥) ولقد ظهرت أمثلة كثيرة لهذا الأسلوب من الزخرفة فى قصر «خربة المفجر» (لوحة رقم ٣٦) و «الحير الشرقى) وقصر «المنيه» . ويعد أهم هذه الأمثلة ما عثر عليه فى قصر «المفجر» وذلك لاحتوائه على عناصر آدمية وحيوانية إلى جانب الزخارف الهندسية والنباتية. ولقد أثار وجود تماثيل الآدميين الموجودة فى حنايا الجدران وفى بوابة الحمام تساؤلا بين الدارسين فى شرعية هذا العمل الذى تم فى أوائل العصر الإسلامى، وكيف سمح الحكام الأمويون السنيون بمثل هذا العمل. وقد انتهى البعض منهم إلى القول بأن تحريم التماثيل إقتصر فقط على أماكن العبادة وشواهد القبور وأن المنع لم يشمل البيوت السكنية. ولقد كان استخدام الزخارف الجصية فى تزيين الجدران معروفا فى بلاد الفرس والعراق. وكان أول من استخدم هذا الأسلوب فى إيران هم البارزيون ثم الساسانيون ونقل العرب هذا الفن عنهم عندما فتحوا بلادهم (٧ - ٣٣) .

واستخدم فى العصر الأموى أيضا أسلوب النقش على الحجر، وخاصة فى زخرفة الواجهات. ولعل من أجمل أمثلة هذا الأسلوب واجهة قصر المشتى التى تزخر بالزخارف الجميلة. ويتضح من دراسة زخارف هذه الواجهة وجود عناصر وتأثيرات بيزنطية وهيلينستية وساسانية، فورقة الأكانثاس المسننة كانت مستخدمة فى الفن المسيحى فى سوريا، كما يظهر تأثير الفن البيزنطى فى الإناء الذى يتفرع منه سيقان نباتية، أما حركة إندماج الأزهار فى الفروع النباتية الخارجة منها فى تعرج متكرر، فهو أسلوب مشتق من الفن الساسانى (لوحة رقم ٣٧) .

ثالثا : التصوير الجدارى

يتصل التصوير الجدارى إتصالا وثيقا بالزخارف المعمارية، ولم يعثر حتى الآن على دليل يبين ممارسة العرب لفن التصوير الجدارى قبل العصر الأموى. ولم ينتشر هذا الأسلوب الزخرفى فى العصور الإسلامية المتأخرة واقتصر ظهوره على جداران الحمامات والقاعات الخاصة. إزدهر فن التصوير الجدارى فى العصر الأموى، ووجدت نماذج منه فى قصرى «عمرة» و «الحير الغربى». وترجع أهمية هذه النماذج إلى وجود عناصر حية بها، مما أثار استغراب مؤرخى الفنون عند إكتشافها، حيث أن الفكرة التى كانت سائدة هى تحريم تصوير الكائنات الحية آدمية كان أو حيوانية. ويتضح من نماذج الصور الجدارية التى عثر عليها فى كل من القصرين تأثيرات الفنون الإغريقية والرومانية المسيحية وكذلك الفنون الساسانية (لوحة ٣٨، ٣٩، ٤٠) .

الزخارف المعمارية فى العصر العباسى

أولا : الزخارف الجصية والنحت على الحجر

صاحب إنتشار إستخدام قوالب الطوب فى بناء العمائر إزدهار أسلوب كسوة الجدران بزخارف جصية. ولعل أوضح دليل على ذلك زخارف قصور مدينة السمراء. ويمكن تقسيم زخارف قصور السمراء من حيث الوحدات الزخرفية إلى ثلاث مجموعات يتضح فيها التطور التدريجى الذى حدث فى هذا الأسلوب الزخرفى : المجموعة الأولى وهى التى ظهرت فى زخارف مبانى الفترة الأولى، وتتكون عناصرها من تفريعات لأوراق العنب المخمس الشكل وكيزان الصنوبر والمراوح النخيلية. ولقد درج الفنان العباسى فى هذه الفترة على وضع هذه الوحدات الزخرفية فى تقسيمات هندسية. ومن الملاحظ أنه تظهر فى هذه الزخارف عناصر كثيرة أموية تشابه زخارف قصر المشتى. ولقد اصطلح مؤرخو الفنون على تسمية هذا الأسلوب القريب من الطبيعة بطراز «سمراء الأول» (لوحة رقم ٤١ - شكل أ). وتتميز زخارف المجموعة الثانية ببعد عناصرها عن محاكاة الطبيعة. وتتكون من أوراق نباتية دائرية وأشكال مختلفة من المراوح النخيلية. ويظهر فى هذه الزخارف تغير فى شكل الوحدات قليلة البروز، حيث استخدم فيها النحت المائل بحيث تتقابل حوافها بعضها بالبعض الآخر فى شكل زوايا منفرجة (لوحة رقم ٤١ شكل ب). أما زخارف المرحلة الثالثة «طراز سمراء الثالث» فيظهر بها تطور أكثر حيث تتحول الوحدات كلها إلى الشكل التجريدى كما نجد بالأرضية عمقا ظاهرا (لوحة رقم ٤٢). ويرى كثير من الدارسين فى ظاهرة إختفاء العناصر الطبيعية فى زخارف «طراز سمراء الثالث» ثورة فى أسلوب الزخارف الذى كان متبعا حتى ذلك الوقت فى الفن الإسلامى (٧ - ٥٢). ويمكن إعتبار هذه المرحلة إبتكارا زخرفيا خاصا بالعصر العباسى. ومن ناحية أخرى تميزت هذه المرحلة بتغير فى أسلوب حفر الزخارف، فبدلا من الحفر اليدوى بالسكين إتبع أسلوب صب الجص فى قوالب مزخرفة ثم ضغطها على الحائط (لوحة رقم ٤٣، ٤٤، ٤٥، ٤٦). وقد صاحبت التغيرات التى برزت فى زخارف هذه المرحلة فكرة تغطية أسطح الجدران بالزخارف تغطية تامة تكاد تخفيها. ويمكن نسبة فكرة استخدام الجص فى الزخارف المعمارية إلى الساسانين الذين زخرفوا قصورهم بزخارف جصية بارزة.

ولقد استمر تأثير الفن الأموى ظاهرا فى بعض البلاد الإسلامية بعد سقوط الدولة الأموية. ولعل خير دليل على ذلك استمرار زخرفة العمائر بأسلوب النحت على الحجر. وبالرغم من وضوح التأثير الأموى فى هذا الأسلوب من الزخرفة، إلا أنه وبمضى الوقت إكتسب ملامح عباسية وتطورت أساليب زخرفة الحجر فى إتجاه تطور أساليب زخارف السمراء الجصية (لوحة رقم ٤٧). ويتضح هذا التطور من مقارنة بعض تيجان الأعمدة الرخامية التى عثر عليها فى مدينة الرقة، حيث نلاحظ فى إحداها الأسلوب الأموى الذى يعتمد على تقليد الطبيعة، فى حين ظهر فى الثانى زخارف من عناصر نباتية تجريدية متعددة نفذت بطريقة النحت المائل أو المشطوف (لوحة رقم ٤٨). ويميل بعض مؤرخى الفنون إلى القول بأن هذا الأسلوب إنتقل إلى العراق عن طريق الإيرانيين أو الأتراك الرحل الذين استوطنوا الدولة العباسية (٧ - ٥٢).

ثانيا : النحت على الخشب

لعل من أمثلة النحت على الخشب فى العصر العباسى قبل ظهور العنصر التركى ، قطعة خشبية عثر عليها فى مدينة تكريت « الواقعة شمال العراق ، يرجح أنها كانت جزءا من منبر أو باب . وتتألف الزخارف فى هذه القطعة من نبات العنب

وعناقيده وكيزان الصنوبر التى شاع استخدامها فى العصر الأموى (لوحة رقم ٤٩) .

ويظهر أسلوب السمراء التجريدى فى زخارف بعض الألواح الخشبية (لوحة رقم ٥٠ ، ٥١) ، التى تظهر بها رسوم لزهيرات مجردة أو لطيور أو حيوانات محورة عن الطبيعة . ويظهر فى هذه الألواح أيضا الأسلوب الزخرفى الجديد الذى أدخله الأتراك فى الفن العباسى فى أواخر القرن الثانى الميلادى ، وهو الحفر المائل أو المشطوف .

ثالثا : التصوير الجدارى

زين الخلفاء العباسيون قصورهم بالصور الجدارية ، كما كان متبعا فى زخرفة القصور الساسانية . ولقد عثر على نماذج من هذه الصور الجدارية فى قصر الجوسق ، ومن أحسنها ما وجد فى جناح الحريم . وتضم هذه اللوحات الجدارية صور راقصات وموسيقيات وصائدات وحيوانات وطيور . ولقد وضعت بعض هذه الوحدات داخل مساحات مستديرة أو مربعة يحيط بها إطار مزخرف بنقط تشبه حبات اللؤلؤ أو أشكال القلوب ، كما ظهرت بعض هذه الصور فى دائرة تكونت من فروع نبات الأكانثاس (لوحة رقم ٥٢) .

ويبدو التأثير الفارسى واضحا فى صور السمراء ، حيث يظهر أسلوب جديد فى فن التصوير يختلف عن الأسلوب الهلينستى الذى نفذت به صور قصير عمرة ، حيث اعتمد الفنان العباسى على تحديد عناصره بلون عاتم يملأ بعدها المساحات بالألوان المختلفة (٧ — ٥٤) .

الزخارف المعمارية فى العصر الفاطمى

أولا : الزخارف الجصية والحجرية

إهتم الفنانون فى العصر الفاطمى بزخرفة السطوح الحجرية بنقوش ذات عناصر متعددة ، هندسية ونباتية وآدمية (لوحة رقم ٥٣ ، ٥٤) . ومن أقدم هذه النقوش كتلة من الحجر عثر عليها فى المهدية تحمل نقشا يصور أميرا جالسا وفى يده كأس وأمامه فتاة تعزف على مزمار . ويظهر فى هذا النقش تأثر الفنان فى العصر الفاطمى بزخارف الفن الساسانى التى ظهرت فى العصر العباسى (٧ — ٨٧) .

ولقد تخلى الفنان الفاطمى فى زخارف النقوش الجصية فى حالات كثيرة عن طريقة النحت المائل التى شاعت فى الزخارف العباسية ، وذلك على الرغم من استخدامه لعناصر مشابهة لعناصر الزخارف العباسية ، وعلى سبيل المثال فإن زخارف رواق القبلة فى الجامع الأزهر تتكون من وحدات نباتية إستمدت من أسلوب الزخارف الطولونية والعباسية ، إلا أنها إختلفت عنها فى طريقة التنفيذ ، حيث تخلى الفنان عن طريقة النحت المائل ، كما اعتنى برسم سيقان النباتات . ويظهر هذا التطور في

أسلوب الزخارف النباتية أيضا في جامع الحاكم بالقاهرة .

ولقد ازدهرت الزخارف الكتابية في العصر الفاطمى وانتشر استخدام الخط الكوفى المشجر فوق ارضيات مورقة من التفريعات النباتية . ونجد أمثلة لذلك فى إفريز الكتابة الذى يغطى عقود الصالح طلائع . وتمثل زخارف هذا الجامع حلقة الإتصال بين الزخارف الفاطمية والزخارف الهندسية التى بدأ ظهورها فى العصر الأيوبى وانتشرت فى العصر المملوكى .

ومن أساليب الزخارف المعمارية التى ابتكرها الفاطميون ، إستخدام أشكال المقرنصات فى تزيين الأسطح . ويعد هذا إبتكارا جديدا ظهر فى الفن الإسلامى فى العصر الفاطمى ، وذلك على أساس أن المقرنصات كانت مستخدمة قبل ذلك كعنصر معمارى أساسى لتحويل المربع إلى قبة . ولقد ظهرت عناصر من الفنين القبطى والفارسى فى الفن الفاطمى بعد إستقرار الفاطميين فى مصر. مثال ذلك وحدات السمك أو الحمام التى ظهرت بين الزخارف النباتية بالإضافة إلى الحيوانات الخرافية الفارسية (٧ ـ ٨٨)

ثانيا : الحفر على الخشب

تطور الحفر على الخشب فى العصر الفاطمى كما تطور فى النقوش الحجرية والجصية . وتمكن الفنانون من إنتاج حشوات محفورة بزخارف نباتية وحيوانية وآدمية غاية فى الإبداع . ويظهر من الزخارف الألواح الخشبية التى ترجع إلى أوائل العصر الفاطمى إستمرار الحفر المائل الذى كان من مميزات العصر الطولونى لفترة من الوقت. ويتمثل ذلك فى الباب الذى صنع بأمر الحاكم ليوضع فى الأزهر وقت تجديده فى عام ٤٠٠هـ (١٠١٠ ميلادية) ، فيلاحظ أن التفريعات النباتية الموجودة به تشبه كثيرا الزخارف المنحوته فى الخشب السمراء. وبمضى الوقت تخلى الفنان الفاطمى عن أسلوب النحت المائل الذى كان يميز طراز السمراء العباسى ، إذ بدأ فى معالجة الوحدات الزخرفية النباتية بدقة أكبر. كما أقبل على استخدام الأشكال الحيوانية كعناصر زخرفية (لوحة رقم ٥٥).

ويظهر فى آثار الفترة التالية إستكمال الفن الفاطمى لطابعه المميز، وهو كثرة استخدام الكائنات الحية الآدمية والحيوانية فى زخرفة الألواح الخشبية (لوحة رقم ٥٦). ولقد عثر أخيرا فى حفريات مدينة الفسطاط على حشوة خشبية مزخرفة بكائنات حية. ومن الثابت أن الفاطميين كانوا يقبلون على استخدام الأشكال الآدمية قبل قدومهم إلى مصر. ولا شك أن الفنان كان قد اقتبسها من الفنون الساسانية التى انتشرت فى إيران والعراق فى العصر العباسى .

وعندما استقر الفاطميون فى مصر تأثرت فنونهم بالفن القبطى، كما أن أقباط مصر قد أخذوا عنهم أسلوب وموضوعات زخارف أخشابهم . ويدلل على هذا الرأى حجاب هيكل كان موجودا فى كنيسة السيدة بربارة بمصر القديمة (٧ ـ ٨٩) .

وقد ظهر فى أواخر العصر الفاطمى أسلوب زخرفة جديدة فى نقوس الأسطح الخشبية ، إذ ظهرت أشكال نجمية وسداسية بها زخارف نباتية جمعها الفنانون بعضها إلى بعض لتكون الشكل الهندسى المطلوب . ولعل من أفضل أمثلة هذا الأسلوب محراب

السيدة نفيسة الذى صنع فى أواخر العصر الفاطمى (لوحة رقم ٥٧) .

ثالثا : التصوير الجدارى

ذكر المقريزى وجود مدرسة للرسوم الجدارية إزدهرت فى مصر فى العصر الفاطمى ، وذكر أن المصورين العراقيين تباروا مع المصريين فى رسم صور جدارية أظهروا فيها مهارة عالية فى التلاعب بالألوان . و يؤيد وجود هذه المدرسة الصور الجدارية التى عثر عليها فى حمام بجهة أبى السعود بمصر القديمة . ولقد وجدت هذه الصور الجدارية الملونة فى حنايا الجدران، وتتألف رسومها من زخارف نباتية وطيور، كما وجدت بها صور لشخص جالس يمسك بكأس وبقايا رسم لراقصتين فى حنية أخرى (لوحة رقم ٥٨) .

ولقد انتقلت الطرز الفاطمية إلى صقلية (٧ ـ ٩٧) . ولعل أبرز دليل على ذلك الرسوم الموجودة فى جزء من سقف كنيسة الكابيلا بالاتينا بمدينة باليرمو التى شيدها مارك النورماندى فى حوالى عام ٥٠٨هـ (١١١٤م) . وتحتوى هذه الرسوم على موضوعات ذات عناصر آدمية وحيوانية مشابهة للموضوعات المحفورة على الأخشاب الفاطمية (لوحة رقم ٥٩) .

الزخارف المعمارية فى العصر السلجوقى

السلاجقة الأتراك فى إيران

إتجه السلاجقة إلى استخدام أسلوب النحت على الحجر والجص فى زخرفة جدران عمائرهم الداخلية والخارجية، كما أنهم استخدموا أيضا قوالب الطوب فى الحصول على تأثير زخرفى . ولو أن أسلوب تزيين الجدران بالزخارف الجصية أو بقوالب الطوب كان معروفا من قبل فى أواسط آسيا، إلا أن الفضل يرجع إلى السلاجقة فى استخدام هذا الأسلوب على نطاق واسع، مما أوصل هذا الفن إلى درجة كبيرة من الإتقان (٧ـ ١٠٤). ولقد إستخدم الجص فى زخرفة مساحات كبيرة من جدران المساجد، وتتكون هذه الزخارف من نقوش كتابية وتوريقات نباتية. وقد وجدت نماذج جميلة لحروف كوفية تنتهى بتوريقات فى مسجد حيدرية بقزوين (لوحة رقم ٦٠)، وفى بطون العقود بجامع أردستان. ولقد ظهرت هذه الحروف الكوفية المنتهية بتوريقات فى برج السلطان مسعود الثالث بغزنة، كذلك غطت المحاريب بزخارف جصية جميلة منحوته نحتا بارزا. ولعل أحسن أمثلة لذلك ثلاث محاريب وجدت فى جامع أردستان مزخرفة بتفريعات نباتية متداخلة تغطى أرضية المحراب .

ومن الأساليب الزخرفية التى انتشرت فى زخرفة جدران القصور إستخدام الزخارف الجصية، وقد عثر على أمثلة منها فى قصور أمراء مدينتى الرى وسافة. وعلى أية حال فقد تميز العصر السلجوقى باستخدام الوحدات الآدمية والحيوانية إلى جانب الزخارف النباتية والهندسية والكتابات ، وكانت الموضوعات المفضلة تشمل مناظر من حفلات القصور ومن رحلات الصيد .

ويظهر فى كثير منها الأصول الساسانية التى نقلت عنها .

ومن السمات البارزة فى الفنون الزخرفية السلجوقية بروز الزخارف الآدمية فى بعض الأحيان إلى درجة كبيرة تكاد تأخذ شكل النحت الكامل، بالرغم من أنها متصلة بالجدار. ومن أفضل الأمثلة على ذلك نحت لرأس أمير سلجوقى تميز بالطريقة التى نفذت بها تجاعيد الشعر، الأمر الذى يوضح ميل الفنان إلى الأسلوب الزخرفى واعتنائه بإظهار التفاصيل الدقيقة، مثل الحلى التى تزين غطاء الرأس.

ومن أبدع ما توصل إليه الإيرانيون فى زخرفة جدران عمائرهم فى العصر المغولى هو كسوتها بالطوب والبلاطات الخزفية، وقد ظهر ذلك فى بداية القرن السادس الهجرى (١٢ م). ومن أقدم أمثلة هذا الأسلوب الزخرفى ما وجد فى جامع قزوين ومشهد الإمام رضا فى مدينة مشهد. والواقع أن استخدام البلاط الخزفى لم يكن إبتكارا سلجوقيا، إذ وجدت منه أمثلة فى العصر العباسى الأولى فى مدينتى السمراء والقيروان، إلا أن التغشية فى العصر السلجوقي تميزت بالمزج بين تأثير زخارف البلاطة وبين الزخارف المعمارية (٧ - ١٠٥).

العصر السلجوقى فى تركيا

أولا : النحت على الحجر والجص

برز إهتمام السلاجقة فى تركيا بزخرفة عمائرهم من الخارج والداخل بزخارف من الحجر والجص. ولقد وجدت أمثلة من هذا النوع من الزخارف فى شتى أنواع العمائر من جوامع ومدارس وقصور وخانات (لوحة رقم ٦١). ومن أبدع نماذج الزخارف الحجرية ما وجد فى عمائر مدينتى قونية وديفرجى، ويتضح منها إهتمام السلاجقة بزخرفة مداخل العمائر، الأمر الذى تميزت به العمائر التركية، ومن الأمور التى تميزت بها أيضا العمارة التركية فى هذا العصر استخدام المقرنصات على نطاق واسع، ونرى أمثلة منها فى مدرسة صيرجالى وجامع لارندة ووكالة سلطان خان ومدرسة قرة طاى (لوحة رقم ٦٢). وقد إتجه الفنان السلجوقى فى تركيا فى بعض الحالات إلى تغطية المداخل بأشرطة كتابية قليلة البروز مع زخارف أخرى من خطوط ومراوح نخيلية أكثر بروزا (لوحة رقم ٦٣). ولعل خير مثال على تنوع الزخارف المحفورة فى درجات مختلفة واجهة بوابة مدرسة اينجة منارلى.

ومن الأمور التى تميز بها الفنان السلجوقى فى تركيا إتجاهه فى بعض الحالات إلى الجمع بين وحدات زخرفية متعددة تتشابك وتتزاحم على السطح الحجرى، فنجد واجهة بعض المداخل قد غطيت بزخارف هندسية متشابكة مع زخارف أخرى من عناصر نخيلية ووريدات أكثر بروزا، بالإضافة إلى زخارف المقرنصات. ومن أفضل أمثلة هذا الإتجاه مدخل مستشفى فى مدينة ديفرجى شيدت عام ٩٢٦هـ (١٢٢٨م) ومدخل المدرسة الزرقاء المشيدة عام ١٢٧١ - ١٢٧٢ ميلادية بمدينة سيتاس.

ومن الأمور ذات الدلالة فى الفنون السلجوقية فى تركيا إستخدام الوحدات أو العناصر الآدمية والحيوانية فى زخارف الحجر والجص (لوحة رقم ٦٤) . ويبدو أن الفنان السلجوقى فى تركيا قد اقتبس هذا الأسلوب من الفن السلجوقى فى إيران . ويؤيد ذلك بعض اللوحات الجصية الموجودة فى متحف إسطنبول والمزينة بنقش لفارسين يهاجم أحدهما تنينا والآخر يهاجم أسدا . ولقد كان هذا الأسلوب الزخرفى معروفا فى قصور الحيثيين ببلاط الأناضول فى العصور القديمة (٧ - ١٢٠) .

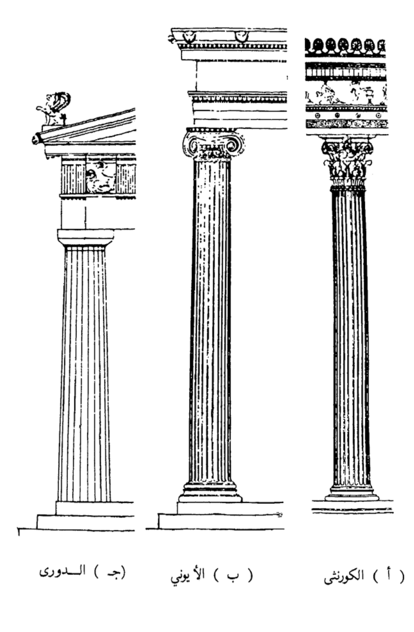
ثانيا : النحت على الخشب

بلغت أساليب زخرفة الأخشاب فى تركيا خلال القرنين الثاني والثالث عشر الميلاديين درجة كبيرة من الدقة والإتقان ولعل أبلغ دليل على ذلك ما عثر عليه من منابر خشبية وعلب مصاحف وتوابيت وأبواب منقوشة بزخارف بلغت درجة كبيرة من الدقة والروعة . ولقد زخرفت هذه المصنوعات الخشبية فى أغلب الحالات بوحدات هندسية . ومن أجمل هذه النماذج باب يرجع تاريخه إلى القرن السادس الهجرى (١٢ الميلادى)، ويغطى سطح الباب زخارف هندسية على هيئة الأشكال النجمية. ويحيط بهذا الجزء المنقوش بالزخارف الهندسية إطار به زخارف نباتية دقيقة، كما يعلو الباب شريط من الكتابة النسخية (لوحة رقم ٦٥). ويظهر فى بعض الأحيان ميل السلاجقة إلى استخدام العناصر الحية، فتظهر وحدات حيوانية مع الزخارف النباتية .

أتابكة السلاجقة

يظهر تأثير العنصر السلجوقى واضحا فى بلاد العراق وسوريا فى فترة حكم الأتابكة فى الزخارف الحجرية، اذ استبدلت الزخارف المجردة التى كانت منتشرة فى العصر العباسى بزخارف بارزة بها عناصر آدمية وحيوانية مما كان شائعا فى الفن السلجوقى . ويتضح ذلك فى زخارف جدران بوابة الطلسم ببغداد ويرجع تاريخها إلى عام ٦١٨هـ (لوحة رقم ٦٦)، حيث نجد بها نحتا بارزا لشخص جالس يقبض على تنينين. والواقع أن فكرة شخص يصارع حيوانين هى أسطورة عرفت قديما فى بلاد النهرين (جلجامش يصارع الأسود)، كما أن التنينين هما عنصر زخرفى مستمد من الفن الصينى (٧ - ١٢٥). ومن ناحية أخرى فإن الزخارف الجصية التى وجدت فى قصر «بدر الدين لؤلؤ» حاكم الموصل تكشف عن التأثير بالفن السلجوقى إذ عثر على زخارف جصية بارزة لعناصر آدمية وطيور

لوحـــــة رقــم (١)

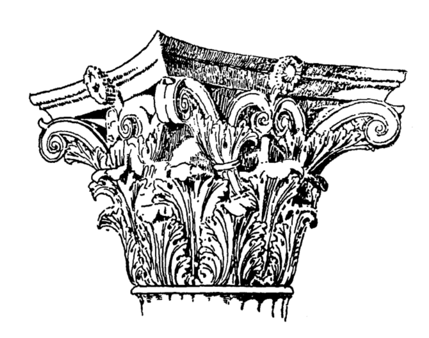


(أ) الكورنثى (ب) الأيوني (جـ) الــدورى

الأعمـــــدة الإغريقيـــه

(عن د. فريــد شافعى)

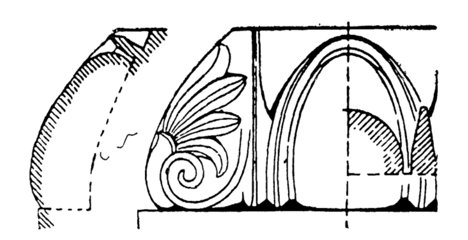
لوحـــة رقـم (٢)



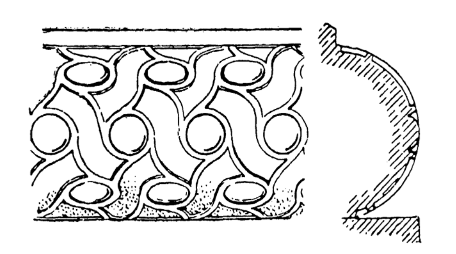
تـاج العمود الكورنثى
(تفاصـيل)

(عن د. فريـد شافعى)

لوحـــة رقــم (٣)



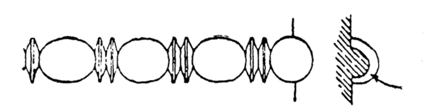
حلية البيضـــة والسهم



حلية الخلخال والجدائل

الحليـات والزخارف الإغريقيـــة

تابع لوحة رقم (٣)



حلية السبحة والأقــراص

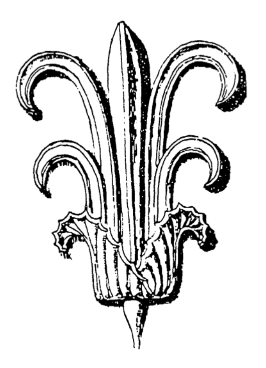


الحلية الكأسية وزخرف الأنتيمون والنخيل

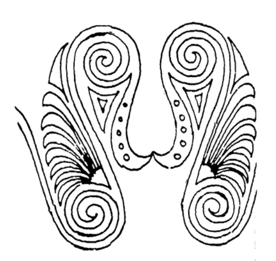
الحليات والزخارف الإغريقية

(عن د. فريـد شافعى)

لوحـــة رقـــم (٤)



زخرف الأنتيمون الإغريقية



زخرف نصف الورقة النخيلية الإغريقية



زخرف الورقة النخيلية الإغريقية

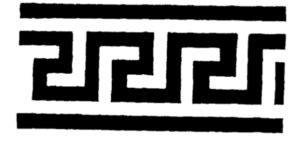
الزخارف النخيلية الإغريقية

(عن د. فريـد شافعى)

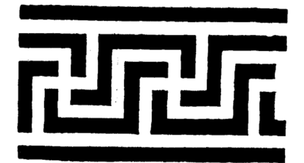
لوحـــة رقـــم (٥)



زخرف الخطوط المتكسرة



زخرف الخطوط المتكسرة

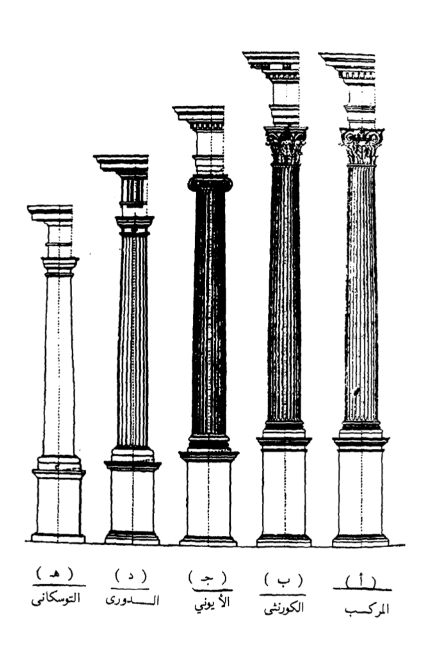


زخرف الصليب المعكوف

زخارف الخطوط المتكسرة الإغريقية

(عن د. فريـد شافعى)

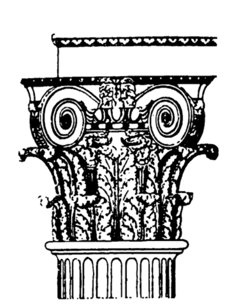
لوحة رقم (٦)

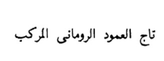


الأعمدة الرومانية

(عن د. فريد شافعي)

لوحــــة رقــم (٧)





تاج العمود الرومانى المركب

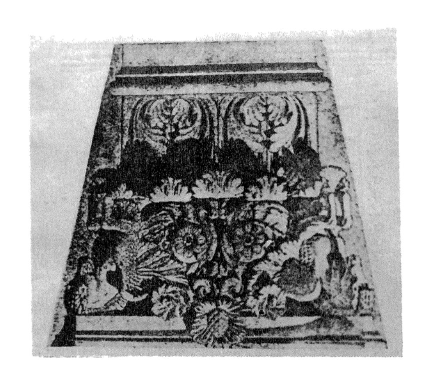


تاج العمود الكورنثى الرومانى

التيجان المركبة الرومانيــــة

(عن د. فريــد شافعى)

لوحـــة رقـــم (٨)

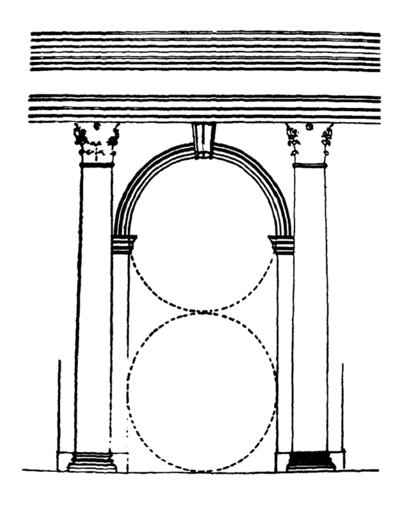


تاج العمود الرومانى ذو الأشكال الحية (تفصيل ـ)

التيجان المركبة الرومانيـــة

(عن د. فريـد شافعى)

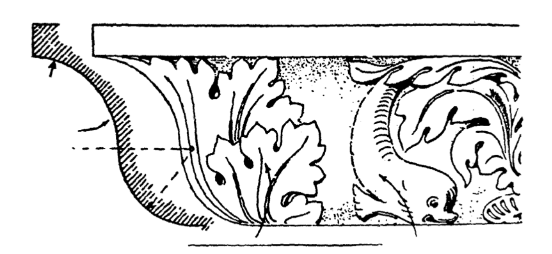
لوحـــة رقـم (٩)



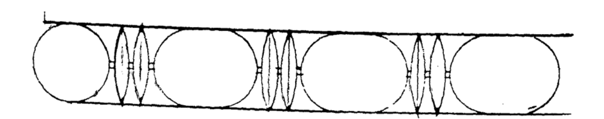
العقود والأعمدة الرومانية

(عن د. فريـد شافعي)

لوحـــة رقـــم (١٠)



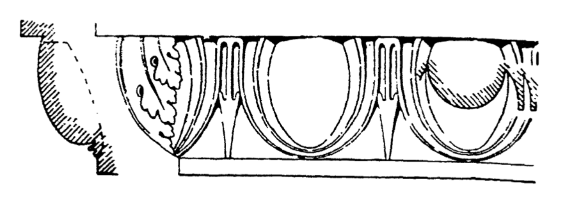
الحلية الكأسية والأكانثاس والدولفين



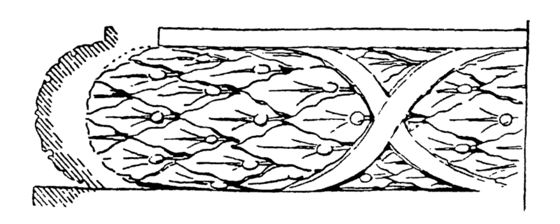
حلية السبحة من خرز وأقراص

الزخارف والحليات الرومانية

تابع لوحة رقم (١٠)



حلية البيضة والسـهم



حلية الخلخال وزخرف الزيتون وأوراقه

الزخارف والحليات الرومانية

(عن د. فريـد شافعى)

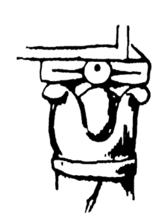
لوحـــة رقـــم (١١)



ورقة الأكانثاس الرومانية

(عن د. فريـد شافعى)

لوحـــة رقـــم (١٢)



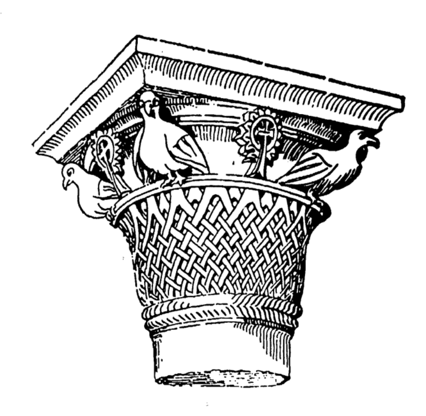
تاج بيزنطى ناقوسى مبسط



تاج بيزنطى ناقوسى مبسط

(عن د. فريـد شافعى)

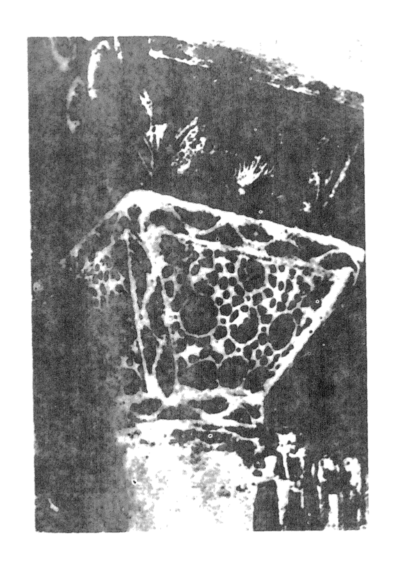
لوحـــة رقـــم (١٣)



تاج عمود بيزنطى
(نوع السلة وبه عنصر الحمام)

(عن د. فريـد شافعى)

لوحــــة رقــم (١٤)

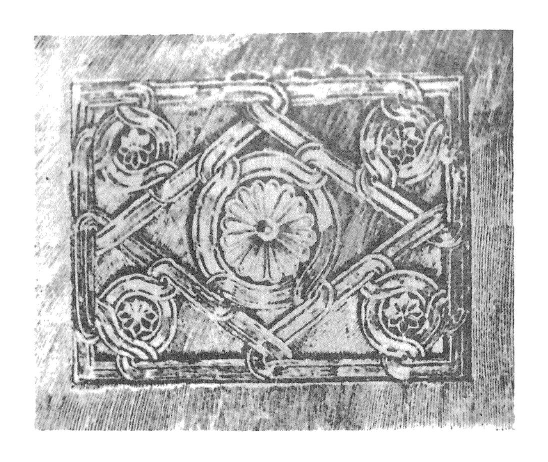


تاج بيزنطى مخروطى مقلوب ووسادة فوقــه

(مشتق من تيجان الأعمدة الساسانية)

(عن د. فريد

لوحـــة رقـــم (١٥)

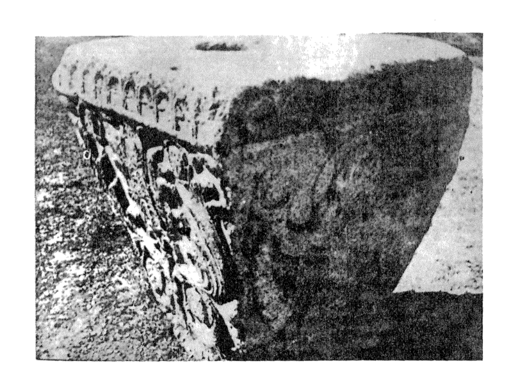


زخرف المشبكات البيزنطى

(كنيسة سان مارك بالبندقية)

(عن د. فريـد شافعى)

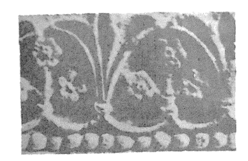
لوحـــة رقـــم (١٦)



تاج عمود ساسانى هرمى مقلوب

(عن د. فريـد شافعى)

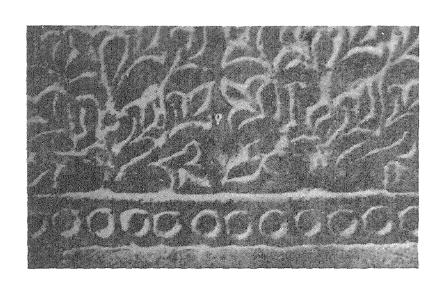
لوحـــة رقـم (١٧)



زخرف الحبيبات



زخرف الخرز الإسطوانى والأقراص

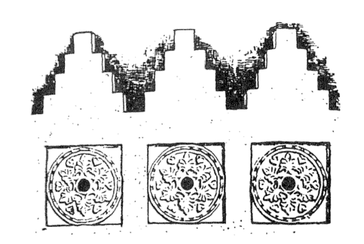


زخرف الأقراص المثقوبة

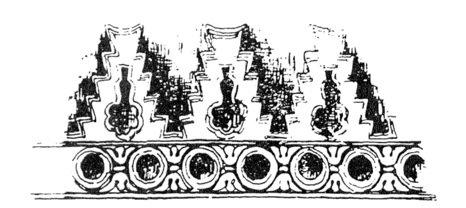
الحليات والزخارف الساسانية

(عن د. فريـد شافعى)

لوحـــة رقـم (١٨)



الشرافات ذات الأسنان الرأسية

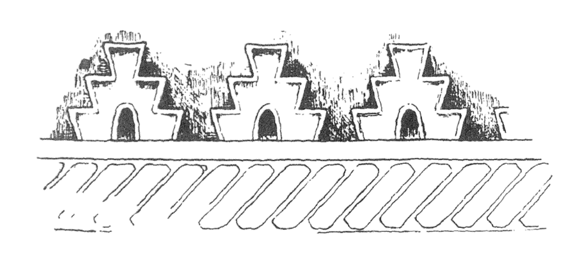


شرافات مســـننة

الجوسق الخاقانى ـــ سامرا

ـ الشرافات المسننة الساسانية

تابع لوحة رقم (١٨)



الشرافات ذات الأسنان المائلة

الشرافات المسننة الساسانية

(عن د. فريد شافعي)

لوحـــة رقـــم (١٩)



الشرافات المسننة فى
تاج أحد القياصرة

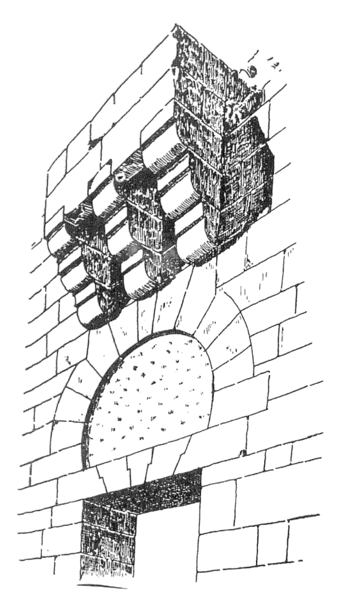


شرافات ذات أسنان رأسية
تدمر ــ المعبد الرومانى

الشرافات المسننة الساسانية

(عن د. فريـد شافعى)

لوحــة رقــم (٢٠)

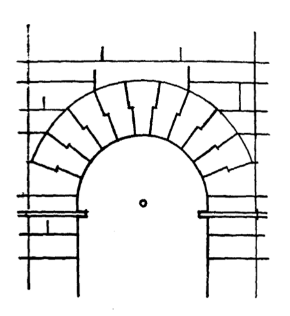


سقاطة وصنجات مزررة
(قصر الحير الشرقى ـــ بادية الشام)

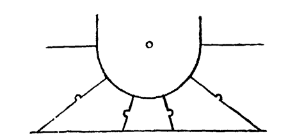
العمارة العربية الإسلامية

(عن د. فريـد شافعى)

لوحــــة رقــم (٢١)



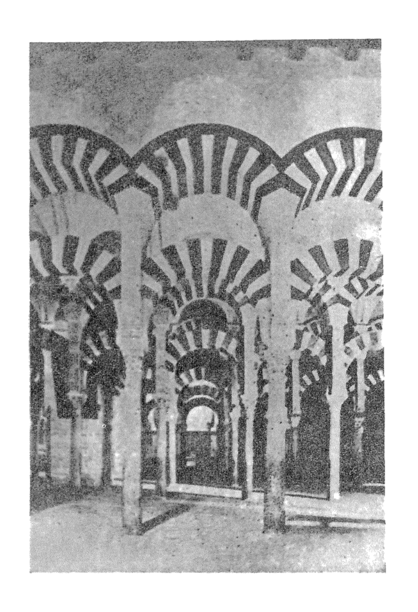
الصنجات المزررة الرومانية



الصنجات المزررة العربية الإسلامية

(عن د. فريــد شافعى)

لوحـــة رقـم (٢٢)

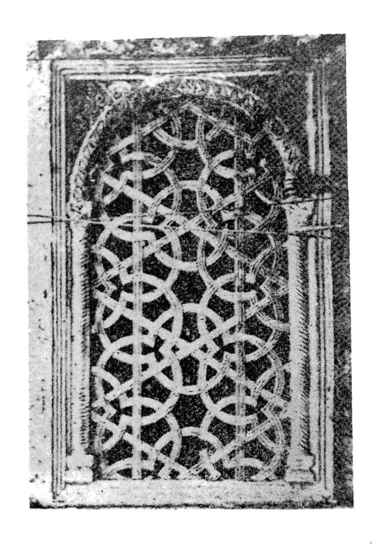


صنجات الأبلق

المسجد الجامع ــ قرطبة

(عن د. فريـد شافعى)

لوحـــة رقـم (٢٣)



شمسية من الرخام
المسجد الجامع ــ دمشق

(عن د. فريـد شافعى)

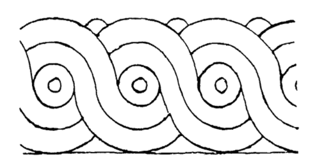
لوحـــة رقـــم (٢٤)



زخرف الصليب المعكوف (المفروكة)
الفسطاط ـــ القاهرة

(عن د. فريـد شافعي)

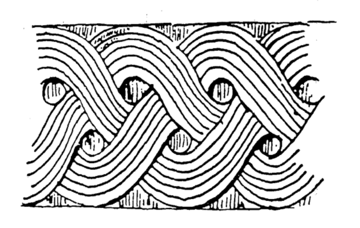
لوحــــة رقــم (٢٥)



زخرف الجدائل فى مصر القديمة



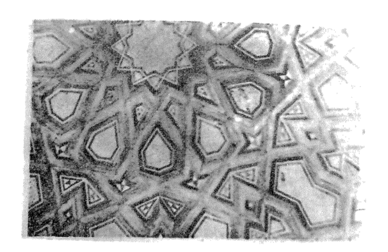
زخرف الجدائل فى العراق القديم



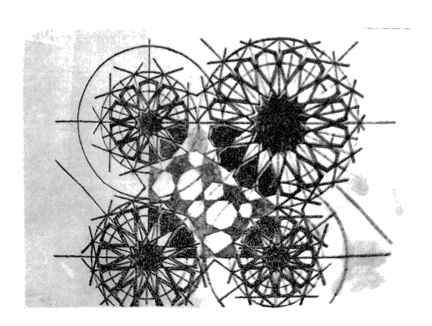
زخرف الجدائل فى العراق القديم

(عن د. فريــد شافعى)

لوحـــة رقـم (٢٦)



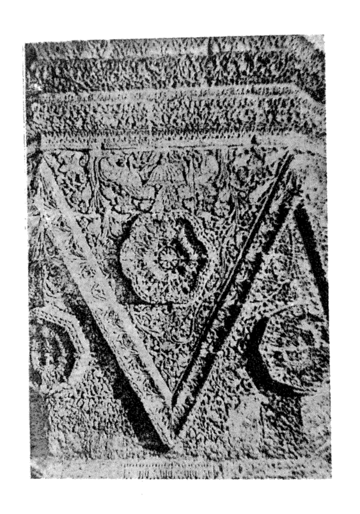
طبق نجمى فى منبر ــ القاهرة



الأطباق النجمية المملوكية ــ طريقة تكوينها ورسمها

(عن د. فريـد شافعى)

لوحـــة رقـم (٢٧)



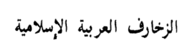
مثلث من الواجهة الحجرية

قصر المشتى ــ بادية الأردن

(عن د. فريـد شافعى)



لوحـــة رقـــم (٢٨)



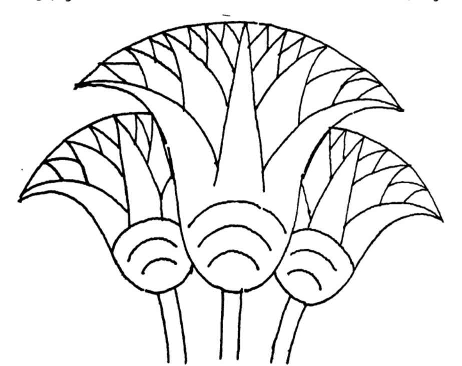
الزخارف العربية الإسلامية



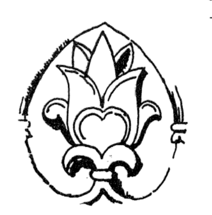
عنصر لوتس — قصر الطوبة



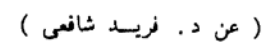
عنصر لوتس — قبة الصخرة



لوتس فرعونى — مصر



عناصر لوتسية ساسانية



(عن د. فريـد شافعى)

لوحـــة رقـم (٢٩)



اللوتس الإسلامية

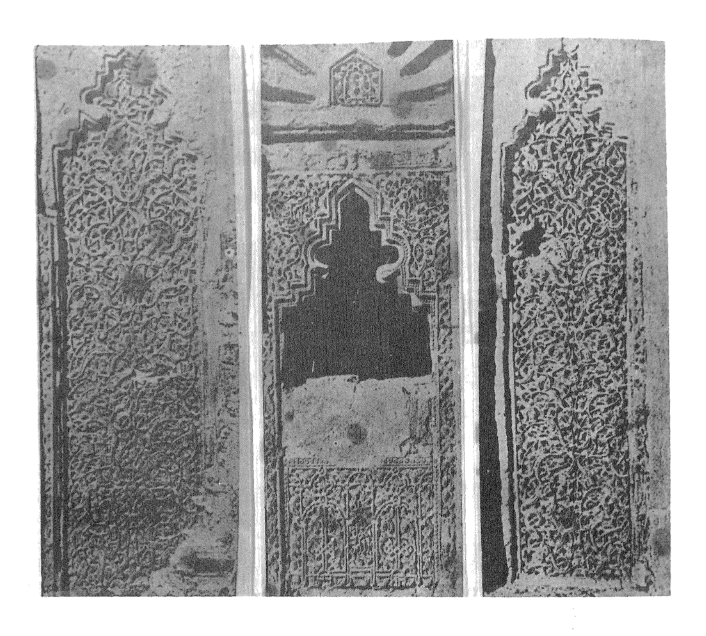


اللوتس الإسلامية

الزخارف العربية الإسلامية

(عن د. فريـد شافعى)

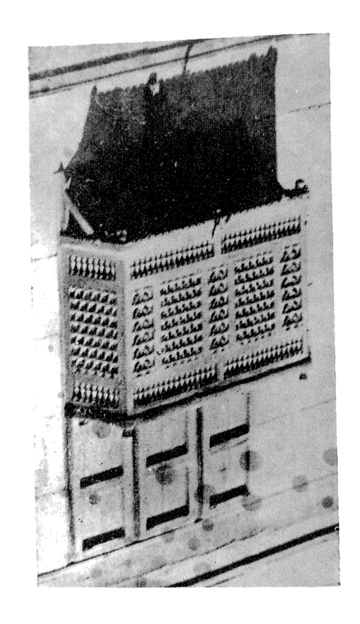
لوحــــة رقــم (٣٠)



حشوات من الزخارف الجصية
مئذنة الباب الأخضر ـ القاهرة

(عن د. فريـد شافعى)

لوحـــة رقــم (٣١)



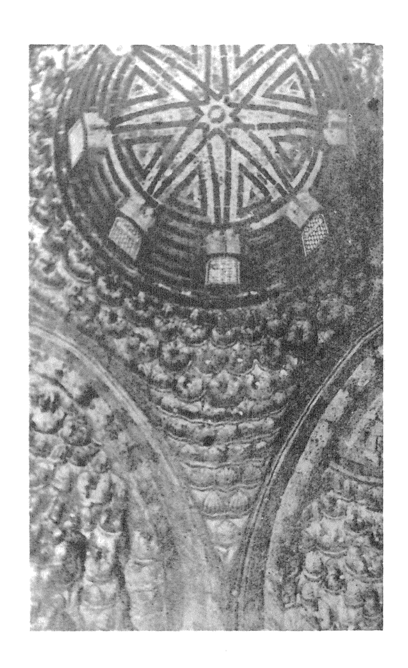
مشربية من الخشب

واجهة وكالة قايتباى — بجوار باب النصر

القاهرة

(عن د. فريـد شافعى)

لوحــــة رقــم (٣٢)



مقرنصات قبة المدخل

جامع السلطان حسن ــ القاهرة

(عن د. فريــد شافعى)

لوحــــة رقــم (٣٣)

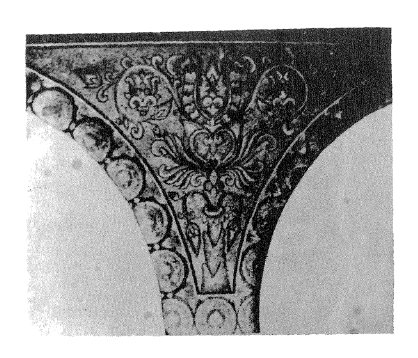


زخارف من الفسيفاء ــ العصر الأموى

حمام قصر خربة المفجر ــ شمال أريحا بالأردن

(عن نعمت عـلام)

لوحـــة رقـــم (٣٤)

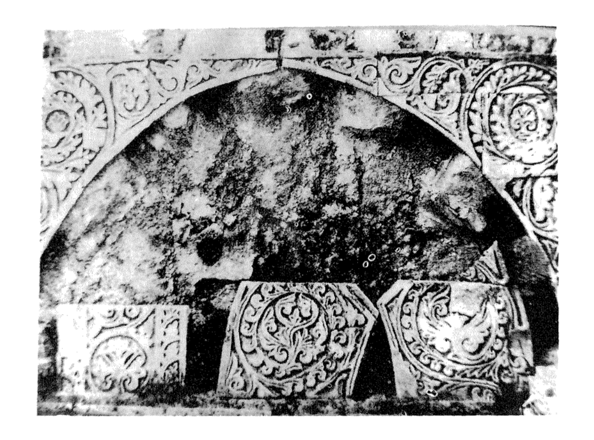


فسيفساء ـ العصر الأموى

عقود مسجد قبة الصخرة

(عن نعمت عـلام)

لوحة رقم (٣٥)



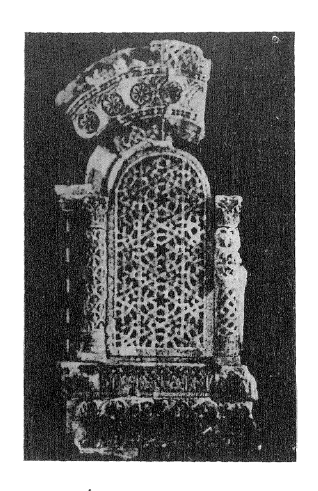
زخارف جصية ــ العصر الأموى

قصر عبد الرحمن الثالث ــ مدينة الزهراء

القرن ٤ هـ ــ ١٠ م بأسبانيا

(عن نعمت علام)

لوحة رقم (٣٦)

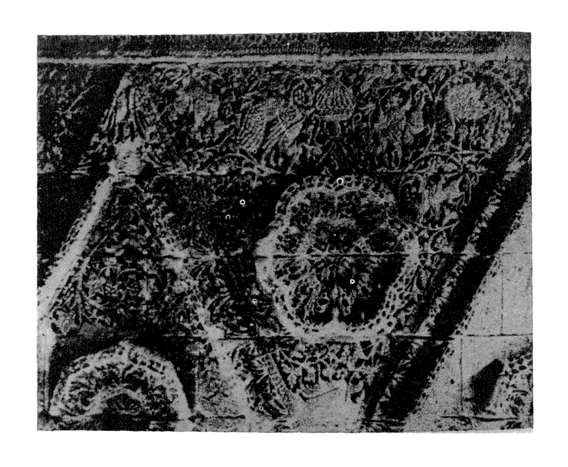


زخارف جصية ــ العصر الأموى

قصر خربة المفجر ــ أشكال هندسية ونباتية

(عن نعمت علام)

لوحـــة رقـــم (٣٧)



زخارف حجرية ـــ العصر الأموى

واجهة قصر المشتى ـــ صحراء الأردن

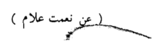
(عن نعمت علام)

لوحـــة رقـــم (٣٨)



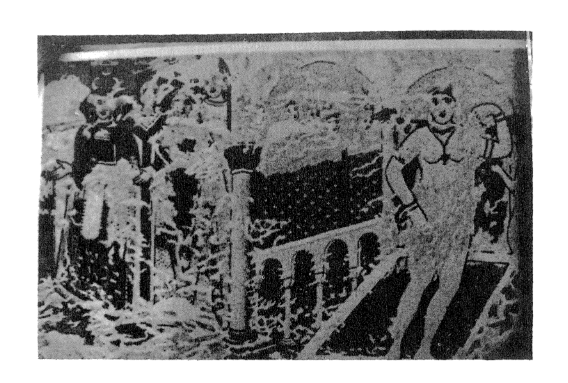
تصوير جدارى ـــ العصر الأموى

قصير عمرة ـــ الأردن



(عن نعمت علام)

لوحـــة رقـــم (٣٩)

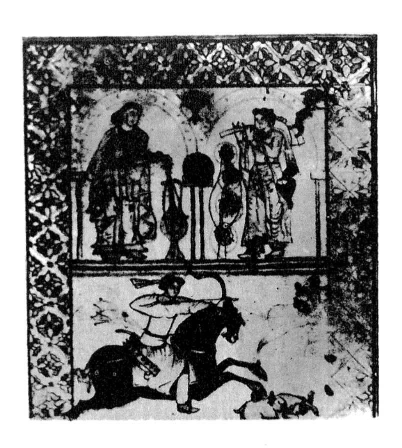


تصوير جدارى ــ العصر الأموى

قصير عمرة ــ الأردن

(عن نعمت علام)

لوحـــة رقــم (٤٠)



تصوير جدارى ــ العصر الأموى

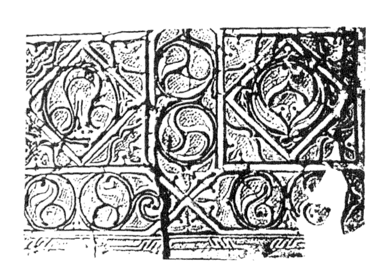
قصر الحير الغربي ــ سوريا

(عن نعمت علام)

لوحـــة رقـم (٤١)



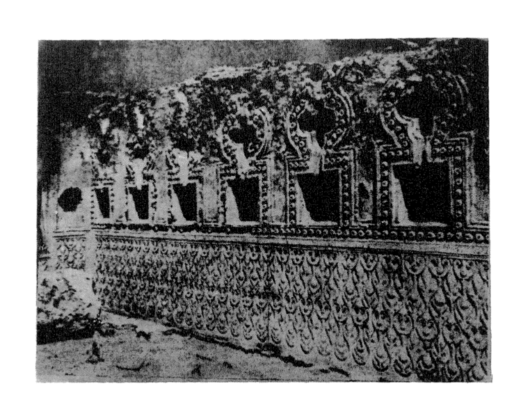
(أ) زخارف جصية ــ العصر العباسى من طراز السمراء ــ قصور السمراء ــ العراق



(ب) زخارف جصية ــ العصر العباسى طراز السمراء (ب) ــ قصور السمراء ــ العراق

(عن نعمت علام)

لوحــة رقـم (٤٢)



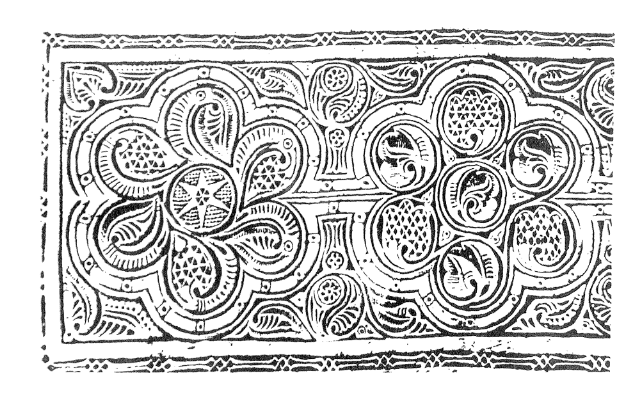
زخارف جصية ــ العصر العباسى

طراز السمراء ــ وجدت فى قصر بلكوارا

السمراء ــ العراق

(عن نعمت علام)

لوحــــة رقــم (٤٣)



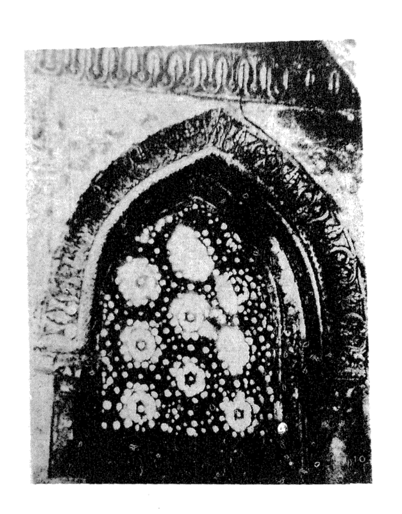
زخارف جصية ـ العصر العباسى

عثر عليها بمدينة نيشابور ، خوراسان بإيران

(متحف المترو بوليتان بنيو يورك)

(عن نعمت علام)

لوحـــة رقـــم (٤٤)

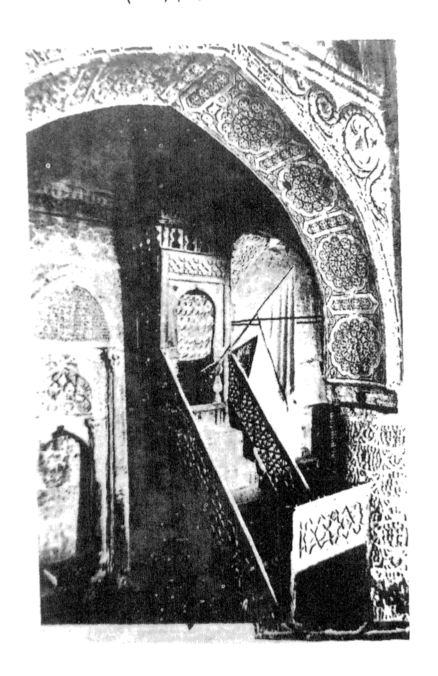


زخارف جصية ـ العصر العباسى

جامع بن طولون ـ القاهرة ...

(عن نعمت علام)

لوحـــة رقـم (٤٥)

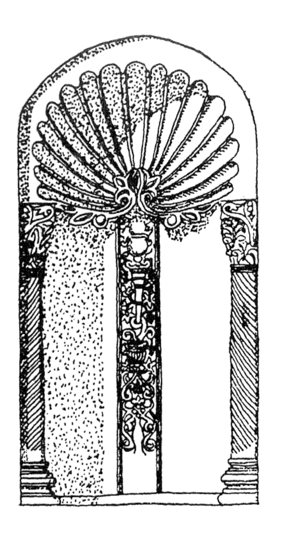


زخارف جصية ـــ العصر العباسى

جامع مدينة نابين بإيران

(عن نعمت علام)

لوحـــة رقـــم (٤٦)

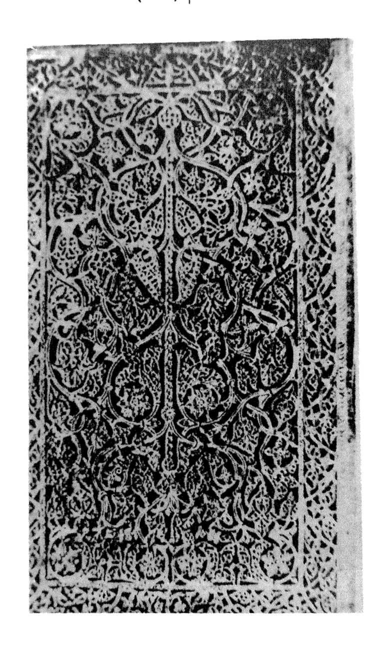


محراب جامع الخاصكي ــ العصر العباسي

بغداد ــ حاليا بمتحف بغداد

(عن نعمت علام)

لوحـــة رقـــم (٤٧)



لوحة رخامية منقوشة بزخارف نباتية
بجوار محراب جامع قرطبة

(عن نعمت علام)

لوحـــة رقــم (٤٨)

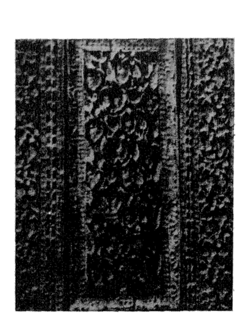




تاجا عمودين من الحجر ــ العصر العباسى
زخارف منقولة عن الطبيعة
حاليا بمتحف المتروبوليتان بنيويورك

(عن نعمت علام)

لوحـــة رقـــم (٤٩)



لوح من الخشب ــ العصر العباسى

تكريت ــ العراق (متحف بغداد)

(عن نعمت علام)

لوحـــة رقـــم (٥٠)



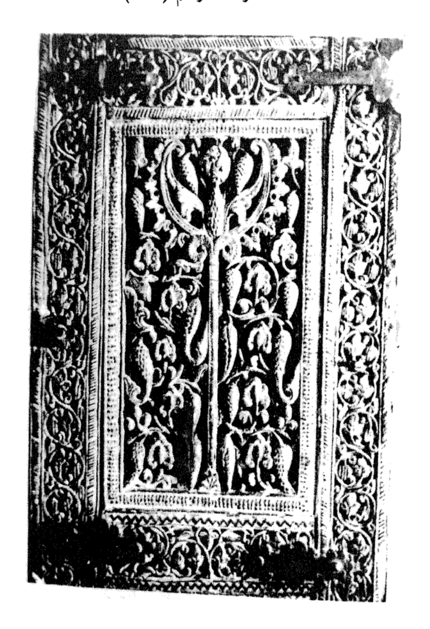
باب من الخشب ــ العصر العباسى

السمراء ــ العراق

(متحف المترو بوليتان بنيويورك)

(عن نعمت علام)

لوحـــة رقـــم (٥١)



حشوة خشبية ــ العصر العباسى

جامع القيروان ــ تونس

(عن نعمت علام)

لوحـــة رقـــم (٥٢)



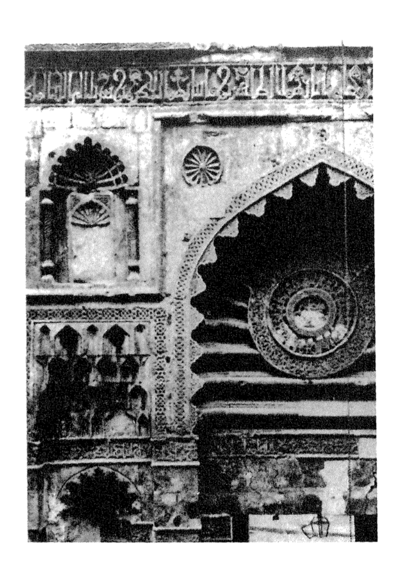
تصوير جدارى ـ العصر العباسى

جدران الحريم بقصر الجوسق ـ السمراء

(متحف الفنون التركية والإسلامية باسطنبول)

(عن نعمت علام)

لوحـــة رقـــم (٥٣)



نقوش حجرية ـ العصر الفاطمى

واجهة مسجد الأقمر ـ القاهرة

(عن نعمت علام)



لوح من الرخام منقوش بزخارف حية

العصر الفاطمى

متحف الفن الإسلامي ــ القاهرة

(عن نعمت علام)

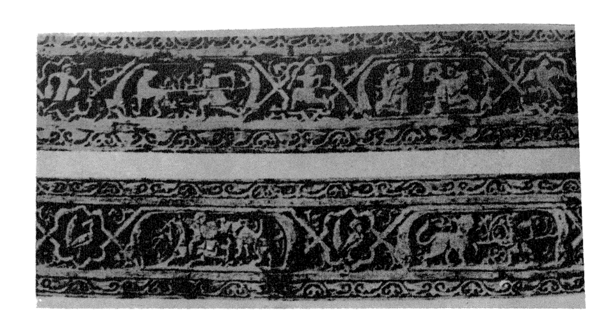
لوحـــة رقـــم (٥٥)



حشوة خشبية مزخرفة بنقوش لتفريعات نباتية
تنتهى برأس جوادين
العصر الفاطمى
متحف الفن الإسلامي ـــ القاهرة

(عن نعمت علام)

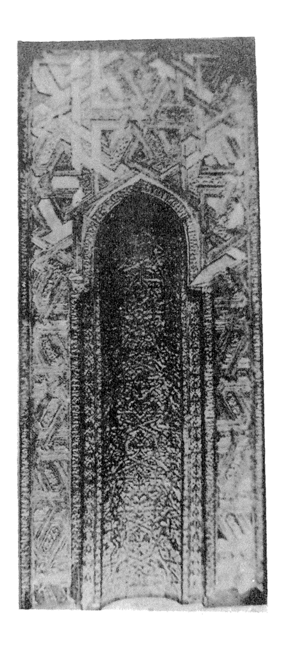
لوحـــة رقـــم (٥٦)



لوح من الخشب مزخرف بموضوعات تصور الأمراء فى مجالس طرب وشراب
العصر الفاطمى
متحف الفن الإسلامى ـــ القاهرة

(عن نعمت علّام)

لوحـــة رقـــم (٥٧)



محراب من الخشب ــ ضريح السيدة نفيسة
العصر الفاطمى
متحف الفن الإسلامى ــ القاهرة

(عن نعمت علام)

لوحة رقم (٥٨)



تصوير جدارى ملون عثر عليه فى حمام فى مصر القديمة
العصر الفاطمى
متحف الفن الإسلامى ــ القاهرة

(عن نعمت علام)



لوحـــة رقــم (٥٩)



تصوير جدارى ــ أسلوب فاطمى

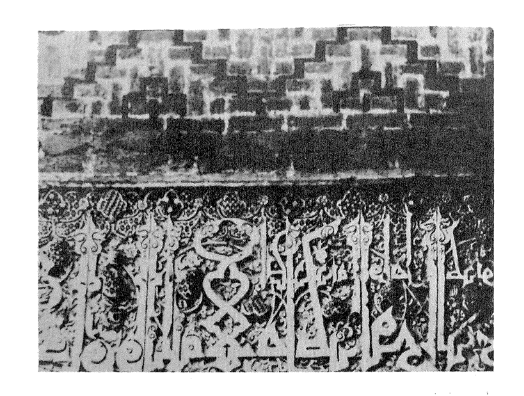
سقف كنيسة بالا تينا ــ مدينة باليرمو

القرن ٦ هـ ــ ١٢ م

(عن نعمت علام)



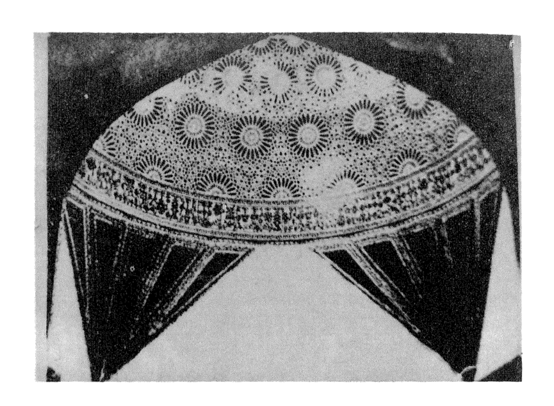
لوحـــة رقـــم (٦٠)



زخارف جصية ـ العصر السلجوقى ، إيران
جامع حيدرية بقزوين

(عن نعمت علام)

لوحـــة رقـم (٦١)



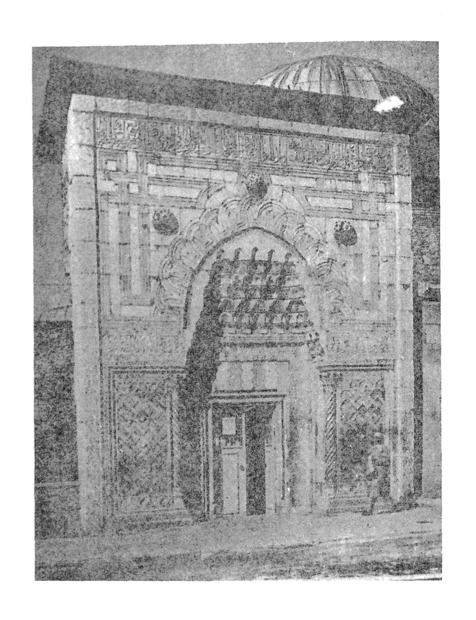
زخارف جصية ـ العصر السلجوقي بتركيا

مدرسة بنت علاء الدين قيقباد الثانى

أرزرم ـ تركيا

(عن نعمت علام)

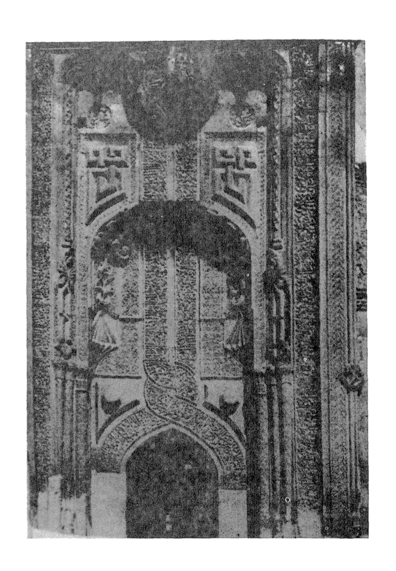
لوحــــة رقــم (٦٢)



زخارف مقرنصات ـ العصر السلجوقى بتركيا
بوابة مدرسة قرة طاى ـ قونية تركيا

(عن نعمت علام)

لوحـــة رقـــم (٦٣)

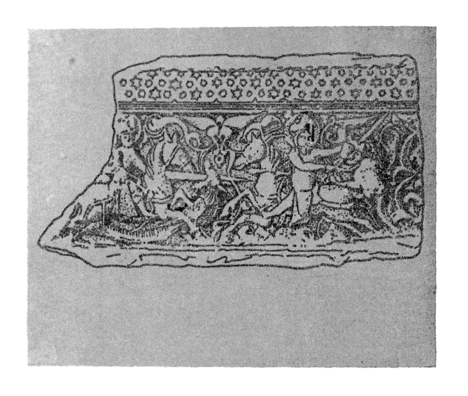


نحت على الحجر ـ العصر السلجوقى بتركيا

بوابة جامع أنس مثار ـ تركيا

(عن نعمت علام)

لوحـــة رقـــم (٦٤)



نقش بارز على الحجر ــ العصر السلجوقى بتركيا

قصر علاء الدين قيقباد ــ قونية تركيا

(متحف الدولة ببرلين)

(عن نعمت علام)

لوحـــة رقـم (٦٥)

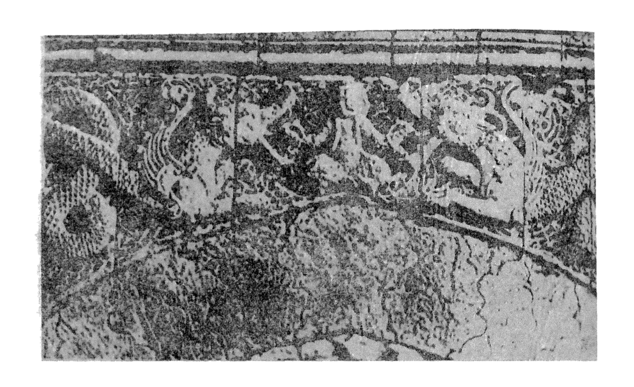


باب خشبى منقوش ــ العصر السلجوقى بتركيا

متحف مدينة قونية ــ تركيا

(عن نعمت عـلام)

لوحـــة رقـــم (٦٦)



تفصيل للنقش الذى كان موجودا أعلى بوابة الطلسم ببغداد ، غير موجود الآن
عصر أتابكة السلاجقة
(٦١٨ هـ — ١٢٢١ م)

(عن نعمت علام)

البــاب الثالـــث :

الأسس العلمية
لتلف المباني الأثريـــة

مقـــدمة :

إن التعرف على الخواص الطبيعية لمواد البناء سوف يفيد كثيراق عمليات صيانة وترميم المبانى الأثرية ، من حيث العم على تجنب أساليب الترميم غير الملائمة لطبيعتها ومن حيث الظروف المناسبة لصيانتها والحفاظ عليها. لهذا كله سوف نقدم ف الباب من الكتاب بالحديث عن أهم الخواص الطبيعية لمواد البناء ذات الصلة المباشرة بأعمال الصيانة والترميم وهى:

أولا : الكثافة والثقل النوعى (الوزن النوعى)

Density and Specific Gravity

الكثافة هى كتلة المادة فى وحدة الحجوم وتقدر بالجرام فى السنتيمتر المكعب (Gm/Cm3) .. أما الثقل النوعى فهو النس بين كثافة المادة وكثافة الماء .

وتعتمد كثافة المادة بصفة أساسية على تركيبها الكيميائى والبللورى . وتتغير كثافة المادة الواحدة بتغير درجة الحرارة والضغ لما يحدثانه من تمدد وانكماش فى الوحدة البنائية للمادة . وتكون قيمة كثافة المادة ثابتة عند ثبوت درجة الحرارة والضغط .

تعيين كثافة المواد :

توجد أكثر من طريقة لتعيين كثافة المواد ، غير أن أبسط هذه الطرق هى :ـــ

- يتم تعيين وزن المادة فى الهواء (W1) .
- يتم تعيين وزن المادة فى المـــاء (W2) .

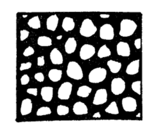
ثم نعوض فى المعادلة الآتية :

$$\frac{W_1}{W_2} \times L$$

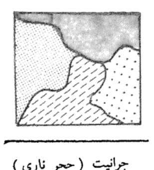
حيث (G) هى الكثافة ، (L) هى كثافة الماء وقيمتها واحد صحيح .

ثانيا : المساميــــة (Porosity)

تقدر مسامية المادة بنسبة وزن الفراغات الموجودة بين حبيبات المادة إلى وزن المادة ذاتها معبرا عنها بالنسبة المئوية. وتختلف الصخور والأحجار فيما بينها فى درجة المسامية ، إذ تصل إلى الحد الأدنى فى الصخور النارية والمتحولة ، التى تتميز بتداخل مكوناتها المعدنية ، بينما تصل إلى قيم عالية فى الصخور الرسوبية ، التى تتميز بوجود الكثير من الفراغات بين الحبيبات المعدنية المكونة لها .



حجر رملي (رسوبى)



جرانيت (حجر نارى)

تعين المسامية :

يتم تعيين المسامية بالطريقة الآتية :ـ

- إيجاد وزن كتلة محددة ومنتظمة من مادة البناء فى الهواء.
- إيجاد وزن نفس الكتلة بعد إحلال الماء محل الهواء الموجوه فى المسام.
- تعيين وزن الكتلة وهى مغمورة فى الماء.

ثم يجرى التعويض فى المعادلة الآتية :ـ

$$\text{المسامية} = \frac{\text{كثافة المادة} \times \text{وزن الماء اللازم لملء المسام} \times ١٠٠}{\text{وزن المادة الجافة فى الهواء}}$$

مثـــال:

تم تعيين مسامية عينة من الحجر الرملى أخذت من معبد عمدا ببلاد النوبة على النحو التالى :ـ

- وزن العينة فى الهواء = ٢٣,٠٤ جم
- وزن العينة بعد احلال الماء محل الهواء الموجود فى المسام = ٢٧,٤٣ جم
- وزن العينة وهى مغمورة فى الماء = ١٤,٤٥ جم

∴ وزن الماء اللازم لملء المسام = ٢٧,٤٣ − ٢٣,٠٤ = ٤,٣٩ جم

$$\text{وكثافة الحجر} = \frac{٢٣٫٠٤}{٢٧٫٤٣ - ١٤٫٤٥} = ١٫٧٨ \text{ جم / سم}^٣$$

وعلى ذلك تكون مسامية الحجر هى :-

$$\text{المسامية} = \frac{١٫٧٨ \times ٤٫٣٩ \times ١٠٠}{٢٣٫٠٤} = ٣٣٫٨ \%$$

ثالثا : النفاذية أو الخاصية الشعرية

Permeability or capillarity

تعتمد نفاذية المواد للمحاليل على كثير من العوامل الهامة مثل : المسامية (Porosity) وحجم الحبيبات المكونة للأحجار وشكلها (Grain size) والسطح النوعى لهذه الحبيبات (Sp. Surface) والشد السطحى للمحاليل (Surface tension) ودرجة لزوجة المحاليل (Viscocity) .

والنفاذية من الخواص الهامة التى يجب معرفتها وتقدير قيمتها قبل إجراء عمليات التقوية ، سواء بأسلوب الحقن العادى أو الحقن تحت الضغط أو بأسلوب الإسقاء (Impregnation) .

وتعين قيمة نفاذية مواد البناء للمحاليل (الخاصية الشعرية) عن طريق قياس سرعة نفاذ المحاليل فى كتلة المواد فى الإتجاهين الرأسى والأفقى .وتحسب على أساس المسافة التى تقطعها المحاليل معبرا عنها بالسنتيمتر فى وحدة الزمن وهى الدقيقة (cm/ minute)

ولتعيين النفاذية تقطع من مادة البناء المراد تعيين نفاذيتها للمحاليل كتل منتظمة الشكل ذات أطوال محددة وتوضع فى أحواض صغيرة مملوءة بماء ملون وبحيث يغمرها الماء لارتفاع سنتيمتر واحد . وبمجرد وضع الكتل فى الأحواض تقدر السرعة التى ينفذ بها الماء فى الإتجاهين الأفقى والرأسى .

وتختلف قيمة النفاذية باختلاف نوعية الأحجار ودرجة مساميتها وغير ذلك من الخواص التى سبقت الإشارة اليها . وقد وجد أنه فى بعض الأنواع من الحجر الرملى تصل النفاذية إلى معدلات عالية وتقل فى الأنواع الأخرى ، إلا أنها تتراوح على أية حال مابين ٣ ، ١٨سم فى الدقيقة فى الإتجاهين الأفقى والرأسى . وفيما يختص بالحجر الجيرى فقد قيست نفاذية عينة منه مأخوذة من مقبرة نفرتارى بالأقصر ووجد أنها تبلغ ٠٫٠٣ سم فى الدقيقة وذلك على الرغم من أن مسامية الحجر الجيرى الذى أخذت منه هذه العينة تصل إلى ٢٠ ٪ . وقد تبين بالدراسة أن السبب فى ذلك يرجع إلى الضيق المتناهى لمسام الحجر وكبر السطح النوعى لحبيباته ، الأمر الذى يزيد من خاصية الادمصاص الفيزيائى (Physical adsorption) والشد السطحى للماء ، وكلا العاملان يقلل من درجة نفاذية الحجر (٣) .

رابعا : الصلابة (Hardness)

إن معرفة صلابة المواد المستخدمة فى المبانى الأثرية يفيد ليس فقط فى التعرف عليها ، ولكنه يفيد أيضا عند ترميمها ،

خاصة فى عمليات الترميم التى تتطلب استخدام أسياخ رابطة وعند استخدام مواد لاصقة ، إذ من الضرورى تناسب صلابة المادة اللاصقة مع صلابة المواد المراد لصقها ، وإلا حدث انفصام بينهما عند تعرضها لضغوط خارجية .

وتعرف صلابة المادة بأنها خاصية مقاومة المادة للخدش . وتختلف المواد فيما بينها إختلافا بينا فى الصلابة باختلاف مكوناتها وباختلاف المواد الرابطة لهذه المكونات إن وجدت .

ولقد كان العالم النمساوى « موه » (Moh) ، هو أول من وضع فى عام ١٨٢٢ مقياسا ، لايزال مستخدما حتى الآن ، تقاس عليه صلابة المواد يعرف باسم مقياس موه (Moh´s scale) وهو على النحو التالى :ـ

١) التلك (Talc) .
٢) الجبس (Gypsum) .
٣) الكالسيت (Calcite) .
٤) الفلوريت (Flourite) .
٥) الأباتيت (Apatite) .
٦) الأورثوكليز (Orthoclase) .
٧) الكوارتز (Quartz) .
٨) التوباز (Topaz) .
٩) الكورندوم (Corundum) .
١٠) الماس (Diamond) .

وطبقا لهذا المقياس فإن كل معدن من هذه المعادن يخدش المعدن السابق له فى الترتيب ، وإن كان الفرق كبيرا بين الكورندوم والماس . وفى حالة عدم توفر هذا المقياس فإنه يمكن التعرف على صلابة المواد بطريقة تقريبية ، وذلك على أساس ماتعارف عليه المشتغلون فى هذا المجال من أن صلابة الأظافر هى (٢ر٥) والدبوس أو حد السكين (٥ر٥) والزجاج (٥) . وعلى أية حال فإنه يوجد الآن العديد من أجهزة قياس الصلابة قياسا كميا دقيقا يمكن الإستفادة بها فى الحالات التى تتطلب ذلك .

خامسا : التركيب الطبقى للصخور والأحجار

(Bedding and layer structure)

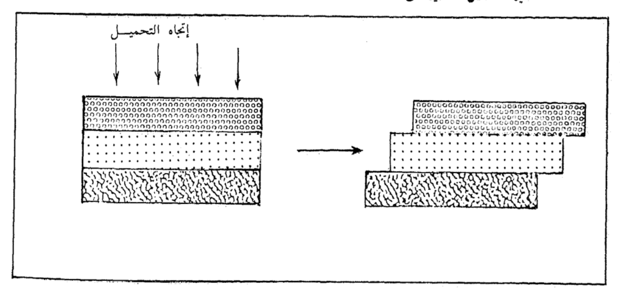
يتميز الكثير من الصخور، وعلى وجه التحديد، الصخور والأحجار الرسوبية وبعض الصخور المتحولة بتركيب طبقى فى إتجاه معين.

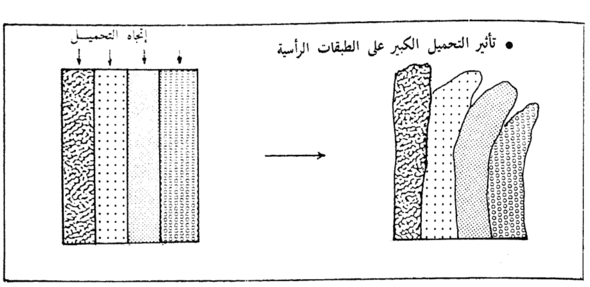
ويعبر سمك التركيب الطبقى فى حالة الصخور الرسوبية عن طاقة الوسط الحامل للمواد المرسبة طبقا لمعدلات ميكانيكية أو كيميائية فى الفترات الزمنية المختلفة. وإذا ما تصورنا حدوث الترسيب على هذا النحو فى مسطحات أو طبقات أفقية مثالية، فإنه سوف يترتب على ذلك أن يكون تماسك وترابط الحبيبات المعدنية المكونة للصخور فى داخل كل طبقة أشد وأقوى من ترابط حبيبات هذه الطبقة أو تلك مع حبيبات الطبقة التى تعلوها أو تقع تحتها، وذلك لوجود فواصل زمنية بين كل طبقة من هذه الطبقات قد تتغير فيها معدلات الترسيب وبعض الخواص الطبيعية والكيمائية للمواد المرسبة. ويترتب على ذلك حدوث تغير فى الخواص الطبيعية والميكانيكية للأحجار يؤدى بدوره إلى حدوث إختلاف فى درجة مقاومة الأجزاء المختلفة من الحجر فى كل من الإتجاهين الرأسى والأفقى للمؤثرات الخارجية، خاصة عند تحميلها وعند تعرضها للمتغيرات الجوية.

ونتيجة لذلك فإننا نلاحظ فى الحالات التى يكون فيها التركيب الطبقى رأسيا حدوث إنهيارات رأسية أو ظهور شروخ رأسية عند وقوع هذه النوعية من الأحجار تحت تأثير أحمال كبيرة، كذلك نلاحظ حدوث تقشرات سطحية ثم انفصالها وتساقطها عند وقوع هذه الأحجار تحت تأثير المتغيرات الجوية، خاصة درجات الحرارة والرطوبة، أما فى الحالات التى يكون فيها التركيب الطبقى أفقيا، فإننا نلاحظ حدوث تلف محدود يأخذ شكلا متعرجا عند مناطق اتصال الطبقات الأفقية (٣).

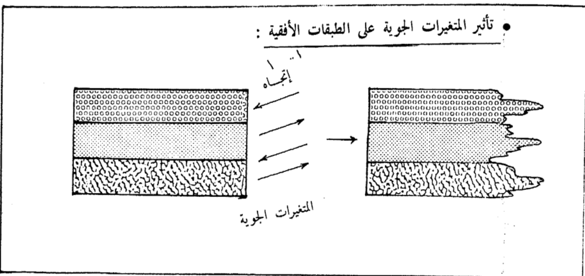
ولاشك أن المصرى القديم، وهو أول من استخدم الأحجار على نطاق واسع فى بناء عمائره، قد وقف على حقيقة هذه الظواهر وعمل على تلافيها فى معظم أعماله المعمارية، ونجد أنه قد حرص على وضع الكتل الحجرية فى الجدران بحيث يكون التركيب الطبقى أفقيا، خاصة فى الحالات التى يكون فيها التحميل عموديا أو فى الحالات التى تكون فيها المبانى واقعة تحت تأثير ظروف جوية متغيرة (٣).

- **تأثير التحميل الكبير على الطبقات الأفقية :**

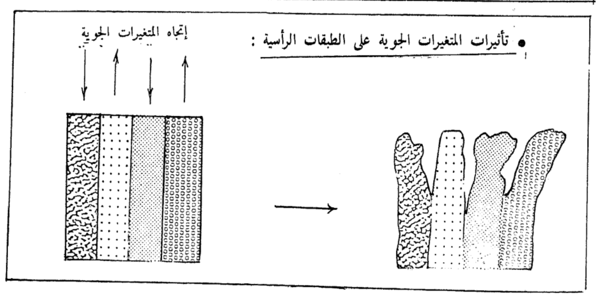




• تأثير التحميل الكبير على الطبقات الرأسية



• تأثير المتغيرات الجوية على الطبقات الأفقية :



• تأثيرات المتغيرات الجوية على الطبقات الرأسية :

سادسا : المواد الرابطـة

Binding materials

المواد الرابطة لحبيبات الصخور والأحجار من السمات المميزة للصخور الرسوبية ، غير أنها توجد أيضا فى بعض الصخور المتحولة ، مثل الكوارتزيت . أما الصخور النارية فإنها تخلو تماما من هذه المواد ، إذ ترتبط مكوناتها المعدنية بفعل التداخل بين حبيباتها (التعاشيق) . ومن الأمثلة التى تظهر فيها بوضوح المواد الرابطة الحجر الرملى الذى يتكون بصفة أساسية من حبيبات رمل الكوارتز التى ترتبط معا بمواد رابطة قد تكون من كربونات الكالسيوم أو من أكاسيد الحديد أو من السيليكا . ويسمى الحجر الرملى باسم المادة الرابطة الموجودة به ، فيتسمى الحجر الرملى الجيرى فى حالة كربونات الكالسيوم والحجر الرملى الحديدى فى حالة أكاسيد الحديد ، أما فى حالة السيليكا فيسمى بالحجر الرملى السيليسى .

والواقع أن تعيين نوعية وكمية المادة الرابطة يكتسب أهمية كبيرة فى عمليات الترميم ، إذ أنه الوسيلة لمعرفة درجة تماسك الحجر وتقدير مدى احتياجه لعمليات التقوية .

سابعا : قوة التحمل الميكانيكى

Degree of resistance to loads and stresses

وتعرف هذه الخاصية بأنها مقدرة الأحجار على مقاومة الأحمال أو الضغوط الموجهة قبل أن تتهشم أو تنفرط إلى حبيبات مفككة (Loose grains) ، وتقدر بعدد الكيلوجرامات على السنتيمتر المربع $(Kg./cm^2)$.

وتختلف الأحجار فيما بينها فى قوة تحملها للضغوط أو الأحمال . ونجد أن الصخور النارية وبعض الصخور المتحولة تتميز بمقدرة كبيرة على مقاومة هذه الأحمال والضغوط الموجهة ، نظرا لتميزها بالتركيب الحبيبى المتداخل . أما الصخور الرسوبية ، ونظرا لافتقارها لهذه الخاصية ، فإن قوة تحملها الميكانيكية تصل إلى أدنى قيمة لها ، وخاصة فى الصخور الطفلية والحجر الرملى الخشن .. وليس معنى ذلك أن الصخور الرسوبية غير قادرة على تحمل ضغوط أو أحمال عالية ، فلاشك أنه توجد بعض الأنواع من الحجر الجيرى ذات الحبيبات الدقيقة جدا والقوية الترابط ، وكذلك الحجر الرملى المحتوى على نسب كبيرة من المواد الرابطة الحديدية أو السيليسية تستطيع تحمل ضغوطا موجهة عالية القيمة .

وتختلف الأحجار فيما بينها كذلك فى مدى تحملها للصدمات والذبذبات (Schock and vibration resistance) ، إذ كلما زادت صلابة وقوة تحمل الأحجار للضغوط الموجهة والأحمال ، كلما قلت مقاومته للصدمات والذبذبات . فى حين نجد أن المسام والمواد الرابطة فى حالة الصخور الرسوبية تساعد كثيرا على امتصاص الصدمات ، ومن ثم تزيد من مدى تحمل الحجر لتأثيراتها .

الفصل الأول

تلف المبانى الأثريـــة

Deterioration of Archaeological Buildings

تختلـف وتتنوع عوامل أو أسباب تلف المبانى الأثرية باختلاف الظروف التى توجد فيها أو تقع تحت تأثيرها هذه المبانى. يتنوع هذه الظروف تنوعا كبيرا، إلا أنه يمكن تقسيمها بصفة عامة إلى الأقسام الآتية :

[١] الظروف السائدة فى المناطق الصحراوية

وخاصة فى المناطق المرتفعة البعيدة عن المياه الجوفية أو السطحية (مياه الرشح)

وتحت هذه الظروف تتلف المبانى الأثرية بصفة أساسية بفعل عامل فيزيائى ـ هو التفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية أثناء ساعات الليل والنهار وفى فصول السنة المختلفة ـ وعامل آخر ميكانيكى، هو العواصف والرياح

[٢] الظروف السائدة فى الوديان

وخاصة فى المناطق القريبة من مجارى الأنهار

وإن كان من المحتمل أن تقع المبانى الأثرية تحت هذه الظروف لتأثير عوامل الحرارة والرطوبة والرياح والعواصف، إلا أنها تتلف بصفة أساسية بفعل عامل فيزيو ـ كيميائى هو مياه الرشح المحملة بالأملاح والتى تتسرب إلى أساسات المبانى ثم ترتفع فى الجدران بفعل الخاصية الشعرية. ويزداد هذا العامل خطورة مع التغير الدورى أو الموسمى فى منسوب مياه الرشح، إذ يصاحب هذا التذبذب نزح مكونات أحجار البناء، وخاصة المواد الرابطة . ومن ناحية أخرى فإن تذبذب مستوى مياه الرشح يحدث تغيرات خطيرة فى التربة الواقعة أسفل أساسات المبانى، وخاصة إذا كانت من نوع التربة الطفلية التى تتميز بقابليتها لتشرب المياه عن طريق الإدمصاص الفيزيائى (Physical adsorption)، مما يؤدى إلى انتفاخ حبيباتها ثم انكماشها عند الجفاف أو عند تغير منسوب مياه الرشح. ويتسبب هذا الأمر بطبيعة الحال فى تحريك الأساسات، ومن ثم إلى حدوث تصدعات فى المبانى إذا ما توفر الوقت اللازم لذلك.

ولا يفوتنا أن ننوه إلى أن تأثير الظروف التى تتعرض لها المبانى الأثرية سواء كانت فى مناطق صحراوية أو فى الوديان يزداد تعقيدا فى حالة المبانى الأثرية التى تغطى جدرانها طبقة من الملاط المنقوش والملون، وذلك نتيجة للعلاقة المتبادلة بين طبقة الملاط هذه وبين الحجر أو الصخر الأم، والتى تحكمها الظروف السائدة داخل المبانى، وخاصة إذا كانت من نوع المقابر المغلقة (٣).

مثال ذلك الجوامع والكنائس والدور، وبعض هذه المنازل ما يزال مستخدما حتى الآن

ومشكلة هذه النوعية من المبانى هى تواجد معظمها فى أحياء سكنية قديمة مزدحمة، وفى أن المبانى المجاورة عادة ما تكون غير مزودة بالوسائل الحديثة للصرف الصحى، الأمر الذى يؤدى إلى تسرب مياه المجارى المحملة بالأملاح إلى أساساتها مؤديا إلى إتلافها.

ومن ناحية أخرى فإن ما يترتب على استخدام مثل هذه المبانى حتى الآن وتزويدها بالكهرباء والمياه وتوصيلات الصرف الصحى بطريقة لا تتناسب فى حالات كثيرة مع ما أصبحت عليه من ضعف ووهن يزيد من تفاقم مشكلات هذه النوعيات من المبانى الأثرية.

العوامل الرئيسية لتلف المبانى الأثرية

Main Factors governing the deterioration of Archaeological Buildings

أولا : عوامل التلف الميكانيكى

Mechanical deteriorating factors

وهـــى :

١) الرياح والعواصف
٢) الإتلاف البشرى
٣) الأمطار والسيول
٤) الزلازل والصواعق

وسوف نتحدث عنها بإيجاز على النحو التالى :-

الرياح والعواصف

الرياح والعواصف من أهم عوامل التعرية، وهى من الأسباب الرئيسية فى عمليات هدم ونحر جميع المواد الموجودة على سطح القشرة الأرضية، ومنها بطبيعة الحال المبانى الأثرية. ويزداد فعل الرياح والعواصف فى عمليات هدم ونحر المبانى الأثرية ضراوة إذا حملت معها أثناء مرورها على سطح الأرض حبيبات الرمال ذات الصلابة العالية (Hardness 7). وتقدر سرعة الرياح وشدتها بمدى مقدرتها على حمل حبيبات من الرمال أكثر وأكبر حجما. وفى الحالات القصوى فإنه يمكن النظر إلى

الرياح المحملة بالرمال على أنها مناشير متحركة ذات صلابة عالية تعمل فى المبانى الأثرية هدما ونحرا بدرجات تتفاوت حسب صلابة المواد المستخدمة فى البناء. وتكون الرياح والعواصف فى قمة نشاطها وعدوانيتها فى حالة مواد البناء الحجرية الرسوبية (الحجر الرملى والحجر الجيرى) وكذلك مبانى الطوب اللبن.

والواقع أن معدل تآكل المبانى الأثرية بفعل الرياح والعواصف يزداد بدرجة ملحوظة إذا حدث وفقدت مواد البناء سواء كانت من الأحجار أو قوالب الطوب اللبن صلابة سطوحها نتيجة لوقوعها أزمانا طويلة تحت تأثير التغيرات الكبيرة فى درجات الحرارة فى ساعات الليل والنهار وفى فصول السنة المختلفة أو نتيجة للتحولات الكيميائية والمعدنية التى تصاحب تعرضها لدرجات حرارة مرتفعة .

ولعلنا لا نتجاوز الحقيقة إذا ما قلنا أن صيانة وترميم المبانى الأثرية التى توجد فى المناطق الصحراوية القارية تعتبر من أكبر التحديات التى تواجه المرممين فى جميع بلدان العالم، وأنها تتطلب جهدا عالميا كبيرا وتكاليف مادية باهظة أوجبت على المجتمع الدولى وهيئاته الثقافية التصدى لمشاكل هذه الآثار من منطلق كونها تراثا عالميا للانسان .

الإتــــلاف البشـــــرى

[١] الحرائـــــق

تحدث الحرائق أضرارا بالغة بمواد البناء على اختلاف أنواعها . فالنار تلتهم أول ما تلتهم الأخشاب المستعملة فى الأبواب والنوافذ والسقوف، كما أنها تحدث تحولات كيميائية ومعدنية فى مواد البناء الأخرى، سواء كانت من الأحجار أو الطوب اللبن، وعلى وجه الخصوص الأحجار الجيرية التى تتحول بفعل الحرارة العالية إلى جير حى قليل الصلابة سريع التفتت وسهل النزح بالماء. وتؤدى التحولات الكيميائية والمعدنية إلى فقدان الأحجار لصلابة سطوحها من جراء حدوث شروخ وتقشرات بها. وتؤدى الحرائق بصفة عامة إلى تصدع المبانى وربما إلى إنهيارها كلية. ولقد ذهب على مر الزمن ضحية للحرائق الكثير من المبانى الأثرية والتاريخية، ولعل آخرها قصر الجوهرة بمنطقة القلعة .

[٢] الحـــــروب

الحروب أخطر ما يلحقه الإنسان بآثار الحضارات القديمة. ويزداد خطر الحروب كلما تقدمت أدوات الحرب وأسلحتها. ولقد كانت الحروب والغزوات منذ أقدم الأزمنة معاول هدم وتخريب لجميع مظاهر العمران، إذ يلجأ العدو إلى إشعال النار فيها أو يعمل على دكها وتخريبها بوسائل التخريب التى أتيحت له من منجنيقات ومدافع. وفى الأزمنة الحديثة أصبحت الأسلحة الجوية أشد أسلحة التدمير خطورة بما تلقيه من قنابل ثقيلة محرقة ومن صواريخ.

ولقد تهدمت خلال الحرب العالمية الثانية الآلاف من المبانى التاريخية وذهبت معها كنوز وثروات حضارية يستحيل تعويضها .

[٣] أعمال الهدم والتخريب

فى حالات كثيرة تقدم السلطات أو الأفراد على هدم المبانى التاريخية أو تشويهها وتغيير معالمها لأسباب منها : الرغبة فى تجديد البناء القديم للحصول على عمارة حديثة تكون أكثر فائدة، ومنها الإهمال أو الجهل بقيمة البناء نتيجة لتدهور المستوى الثقافى العام .

وفى حالات أخرى كثيرة يشجع ضعف الرقابة وانعدام الوعى لدى المواطنين على اتخاذ المبانى التاريخية المهجورة والأطلال الأثرية المهملة محاجرا يأخذ منها الأفراد حجارتها ومواد بنائها فيزيدونها خرابا وتهدما. وقد يلجأ اللصوص إلى تخريب المبانى الأثرية والتاريخية لسرقة عناصرها الزخرفية والمتجارة فيها. وأخيرا فهناك الأخطار التى تواكب حركة النمو والتطور فى مشاريع تنظيم المدن وعند إقامة المشاريع الإنشائية الكبرى، كالسدود وخطوط السكك الحديدية، وشق الطرق ومد الأنابيب وإنشاء المطارات والموانى البحرية، وغير ذلك من المشاريع التى يفرضها أسلوب الحياة الحديثة. ومن الطبيعى أن يؤدى تنفيذ مثل هذه المشاريع، وخاصة فى البلدان المتخلفة، إلى اجتياح مخلفات الحضارات القديمة من مواقع وعمائر أثرية وتاريخية. ولعل فى ذكر بعض أمثلة تخريب المواقع والمبانى الأثرية والتاريخية التى صاحبت تنفيذ مشروعات العمران الحديثة ما يلفت النظر إلى خطورة هذا الإتجاه فى كثير من دول المنطقة العربية، ومنها : الأخطار التى تعرضت لها المواقع والمبانى الأثرية نتيجة لتنفيذ مشروع السد العالى فى مصر وسد الطبقة المقام على نهر الفرات فى سوريا. ومنها أيضا تخريب عدد من المدافن القديمة نتيجة لمد أنابيب البترول فى الأراضى التدمرية وتدمير الميناء اليونانى القديم عند إنشاء ميناء طرطوس الحديث فى سوريا .

[٤] الترميم الخاطىء

من الأخطار التى تتعرض لها المبانى الأثرية والتاريخية ، الأخطار التى يقع فيها المرممون قليلو الخبرة عند ترميم هذه المبانى. ولقد تؤدى عمليات الترميم غير المدروسة الدراسة الكافية، إما إلى طمس بعض معالم البناء أو إلى تغيير عناصره. إما بإزالة عناصر كانت موجودة أصلا وإما باستحداث عناصر أخرى. أو تشويه طرازه وسماته المميزة. ومن أمثلة الأخطار التى تصاحب عمليات الترميم الخاطىء ما يلى :ـ

أ) إستعمال مونة الجبس فى المناطق الشديدة الرطوبة

وتؤدى الرطوبة العالية إلى إذابة جزء من الجبس (كبريتات الكالسيوم المائية) وتسرب محاوله إلى أماكن مختلفة من البناء ثم تبلوره عند جفاف محاليله، الأمر الذى يؤدى إلى تفتيت السطوح وضياع ما تحمله من نقوش وكتابات، وذلك بفعل الضغوط الموضعية التى تصاحب النمو البللورى.

ب) إستعمال مونة الأسمنت

ويؤدى استعمال مونة الأسمنت فى عمليات الترميم إلى تسرب ما تحتويه من أملاح إلى سطح الجدران ثم تبلورها فى أماكن مختلفة منها. ويتسبب تبلور الأملاح وما يصاحبه من ضغوط موضعية إلى تفتت السطوح وضياع ما تحمله من نقوش وكتابات أو حليات وزخارف .

الأمطـــار والســـيول

من الحقائق الثابتة أن المباني الأثرية والتاريخية الموجودة فى المناطق الجافة قليلة الأمطار تكون أكثر بقاءاً وأكثر ثباتا وتماسكا من تلك التى توجد فى المناطق الرطبة غزيرة الأمطار. فالأمطار ، وخاصة الغزيرة والمتواصلة تسبب للمبانى الأثرية والتاريخية، سواء ما هو مبنى بالحجر أو ما هو مبنى باللبن أخطارا جساما يصعب فى كثير من الأحيان مجابهتها. ومن أخطار الأمطار والسيول تفكك مونة البناء وتساقط ملاط الحوائط وضياع النقوش والألوان وتحرك الأساسات وإذابة ونزح المواد الرابطة لحبيبات الكتل الحجرية وإذابة الأملاح وحملها إلى أماكن مختلفة من الجدران ثم تبلورها عند جفاف محاليلها مؤدية إلى تقشر الكتل الحجرية وتفتت سطوحها وسقوط ما تحمله من نقوش وكتابات وزخارف وحليات.

وقد تؤدى السيول القوية إلى جرف ما تصادفه أمامها من أبنية وأطلال قليلة المقاومة. وتلحق الفيضانات ضررا بالغا بالمبانى القديمة إذا أغرقتها لأمد طويل. وأخيرا فقد يحدث فى بعض المناطق الجبلية، وخاصة الطفلية منها أو الرملية، تحرك فى التربة من جراء تشربها بالمياه، مما يعرض المبانى لانزلاق يصعب إيقافه. ويتم إنزلاق المبانى نتيجة لتخلخل التربة أو نزح بعض منها بفعل المياه .

الزلازل والصواعـــق

الزلازل هى من أخطر عوامل التلف الميكانيكى، إذ تصيب المبانى بأضرار بالغة المدى، وبفعلها تحول كثير من المدن والمبانى إلى أطلال وخرائب، فقد تكون الزلازل من الشدة بحيث تؤدى إلى هدم البناء كليا، وإن كانت فى بعض الأحيان تؤدى فقط إلى تساقط أجزائه العليا كالقباب والمآذن والشرافات. ومن الملاحظ أن تأثير الزلازل على المبانى الحجرية يفوق تأثيرها على مبانى اللبن أو الآجر بمراحل كثيرة .

أما الصواعق فتسبب إنهدام الجانب المصاب إصابة مباشرة ، وتحدث الحرائق فى الأجزاء القابلة للإشتعال. ومن الثابت أن المبانى المقامة فى أعالى الجبال والمرتفعات تتأثر أكثر من غيرها بالصواعق، الأمر الذى حدث للقلاع والحصون السورية، ومنها قلعة المرقب وقلعة الحصن وقلعة صلاح الدين، حيث تعرضت لأخطار الصواعق مرات عديدة.

ثانيا : عوامل التلف الفيزيوكيميائى

Physco - Chemical deteriorating Factors

وهى :

١) التفاوت الكبير فى درجات الحرارة أثناء ساعات الليل والنهار وفى فصول السنة المختلفة .

٢) التذبذب فى منسوب مياه الرشح والنشع .

٣) التغيرات الكبيرة فى معدلات الرطوبة النسبية .

وسوف نتحدث عن التلف المترتب على وقوع المبانى الأثرية والتاريخية تحت تأثير هذه العوامل على النحو التالى :ـــ

التفاوت فى درجات الحرارة :

من البديهى أن تكون الأسطح الخارجية للجدران ، وهى الأسطح المعرضة للجو ولأشعة الشمس المباشرة، أكثر تأثرا بهذا العامل من الأسطح الداخلية، وخاصة فى المبانى المسقوفة. فعندما تتعرض الطبقات الخارجية للأسطح المكشوفة لأشعة الشمس المباشرة فإنها تمتص وتختزن طاقة حرارية عالية بفعل الأشعة تحت الحمراء، نتيجة لعجز مواد البناء بصفة عامة عن التوصيل الحرارى. ويؤدى إختزان هذه الطاقة الحرارية العالية إلى ارتفاع ملحوظ فى درجة حرارتها، غير أنه وعلى مدار ساعات النهار يتسرب جزء كبير من الحرارة المختزنة بالطبقات الخارجية لهذه الأسطح وببطء إلى الداخل. وعندما يأتى الليل وينقطع المصدر الحرارى، وهو الشمس، تنخفض درجة الحرارة وتصبح الطبقات الخارجية أبرد من الداخل لكونها تفقد حرارتها سريعا نتيجة لاتصالها المباشر بالهواء البارد. وعلى هذا النحو يتضح لنا أن معدل تعامل الطبقات الخارجية من الأسطح المكشوفة مع التغير الكبير فى درجة حرارة الجو المحيط يختلف تمام الإختلاف عن الطبقات الداخلية (٣).

والواقع أن تأثير هذا العامل المتلف يزداد خطورة فى الأحجار النارية غير المسامية (مثل الجرانيت والبازلت) والكثير من الأحجار المتحولة (مثل الكوارتزيت)، فى حين يقل نسبيا فى الأحجار الرسوبية المسامية (مثل الحجر الرملى والحجر الجيرى) ومبانى الطوب اللبن، إذ تقوم المسام الممتلئة بالهواء فى الأحجار الرسوبية وقوالب اللبن بدور هام فى عملية التوصيل الحرارى بالإنتقال وتكفل عدم إختزان الحرارة العالية بالطبقات الخارجية، فضلا عن المرونة العالية التى تتميز بها الطفلة الطينية وهى المكون الأساسى لقوالب اللبن.

ويترتب على وقوع المبانى الأثرية والتاريخية تحت تأثير هذا العامل فترات زمنية طويلة إلى حدوث أنماط من التلف نوجزها فيما يلى :ـــ

[١] إنهيار الترابط (التعاشق) بين الحبيبات المعدنية المكونة للطبقات الخارجية من أسطح الأحجار النارية والمتحولة، نتيجة لاختلاف مكوناتها المعدنية فى تعاملها الحرارى بارتفاع أو انخفاض درجة حرارة السطح. ويترتب على ذلك تفكك هذه الحبيبات المعدنية، بفعل التمدد والإنكماش الذى يصاحب الإرتفاع والإنخفاض فى درجة الحرارة، ثم سقوطها بفعل عوامل أخرى كالرياح والعواصف .

[٢] إنهيار الترابط بين الطبقات الخارجية لأسطح الأحجار النارية والمتحولة والحجر الجيرى متعدد الطبقات (Laminated lime Stone) وبين الطبقات الداخلية التى تليها نتيجة لاختزان طاقة حرارية عالية بهذه الطبقات السطحية. ويترتب على ذلك إنفصال هذه الطبقات السطحية واحدة تلو الأخرى. وقد يؤدى تكرار حدوث هذا النمط من التلف فى الفترات الزمنية الممتدة، ليس فقط إلى تشويه الأسطح الأثرية وضياع ما قد يكون عليها من نقوش وكتابات، بل ربما إلى اختلال توازن الوحدات المعمارية ذاتها (٣) .

[٣] إنهيار الترابط بين ملاط الحوائط ، وخاصة إذا كان من النوع المصقول والملون قليل المسامية، وبين أسطح الجدران

المكشوفة نتيجة لاختزانه لطاقة حرارية عالية. ويترتب على ذلك انفصال طبقات الملاط عن الجدار وسقوطها، إما على هيئة كتل كبيرة الحجم، وإما على هيئة قشور تنفصل تباعا مع مرور الزمن.

[٤] تشقق وتقشر الطبقات الخارجية للأسطح المكشوفة من جراء حدوث تحولات طورية للحبيبات المعدنية المكونة لهذه الأسطح للإرتفاع الكبير فى درجة حرارتها نتيجة لتعرضها لأشعة السمش المباشرة. ويحدث هذا النمط من التلف عادة فى الأحجار النارية والمتحولة وقوالب اللبن وفى ملاط الحوائط، وخاصة إذا كان مصنوعا من الجبس.

التذبذب فى منسوب مياه الرشح والنشع

يعتبر هذا العامل من أشد عوامل التلف فتكا بالمبانى الأثرية والتاريخية، ويظهر تأثيره البالغ الخطورة فى المواقع الأثرية القريبة من مجارى الأنهار أو القريبة من البحار أو المتواجدة وسط الأراضي الزراعية أو تلك التى توجد فى الأحياء السكنية القديمة، التى تفتقر عادة إلى الوسائل الحديثة للصرف الصحى. ولعل من أبرز أنماط التلف التى تصاحب وقوع المبانى الأثرية والتاريخية تحت تأثير هذا العامل ما يلى :ـ

[١] عندما تتجمع مياه الرشح والنشع حول أساسات المبانى، فإنها ترتفع فى الجدران بفعل الخاصية الشعرية إلى مسافات تتوقف بطبيعة الحال على مسامية مواد البناء ونفاذيتها وأيضا على كمية المياه المتجمعة حول الأساسات. وينتج عن ذلك غسل ونزح المواد الرابطة لحبيبات الكتل الحجرية والمونات، الأمر الذى يؤدى إلى تحولها مع الزمن إلى أجسام هشة ضعيفة التماسك سهلة الإنهيار بفعل عوامل التلف الأخرى من رياح وعواصف وغير ذلك.

[٢] عندما تتجمع مياه الرشح والنشع بكميات كبيرة فى التربة التى تحتضن أساسات المبانى الأثرية والتاريخية، فإنها تحدث فى هذه المبانى أضرارا جساما ، قد تؤدى مع الزمن إلى اختلال توازنها وربما إلى إنهيارها. ويرتبط حدوث هذا النمط من التلف بالتغيرات التى تحدثها مياه الرشح والنشع فى مكونات التربة، وخاصة إذا كان طفلية. فمن الثابت أن تذبذب مستوى مياه الرشح والنشع التى تتجمع فى التربة يؤدى إلى خلخلتها عن طريق غسل ونزح بعض مكوناتها. ومن ناحية أخرى نجد أن تشرب التربة، وخاصة الطفلية، بمياه الرشح والنشع يؤدى إلى إنتفاخ حبيباتها، وأن إنحسار المياه عنها مع التذبذب فى المستوى يؤدى إلى عودة الحبيبات إلى حجمها الطبيعى. وبطبيعة الحال ينتج عن هذا الإنتفاخ والإنكماش حدوث حركة كبيرة متتابعة وغير منتظمة فى التربة. وحيث أن أساسات المبانى الأثرية والتاريخية، ورغم أنها محملة بأحمال كبيرة تكون عادة غير عميقة، فإن هذه الحركات تؤدى إلى تصدع الجدران والأعتاب والأعمدة إذا ما توفر لها الوقت اللازم لذلك. ولعل من أبرز أمثلة هذا النمط من التلف معبد هيبس بالواحات الخارجة بمصر (٣).

التغيرات الكبيرة فى معدلات الرطوبة النسبية

لقد اهتم المشتغلون بصيانة الآثار بدراسة مظاهر وأنماط التلف المرتبطة بالتغير فى معدلات الرطوبة النسبية فى النوعيات المختلفة من المبانى الأثرية والتاريخية، وانتهوا إلى تحديد مجموعة من الخواص الطبيعية لمواد البناء ثبت لديهم أن لها دورا هاما فى تلف المبانى وهى :

خاصية التميع (Hygroscopicity) والرطوبة المختزنة (Humidity Content) ومعامل إمتصاص الماء (Water absorption Coefficent) والمحتوى المائى الحرج (Critical water content) والحد الأقصى للمحتوى المائى (Maximum water Content) والتوصيل البخارى (Water vapour Conduction).

وتختلف قيم هذه الخواص فى النوعيات المختلفة من مواد البناء، إذ تصل إلى الحد الأدنى فى الأحجار غير المسامية من نارية ومتحولة، بينما تصل إلى قيم كبيرة فى الحجر الرملى والحجر الجيرى وقوالب اللبن ومونات البناء وملاط الحوائط. ونجد أن قيم هذه الخواص تتغير فى النوعية الواحدة من مواد البناء بتغير قيم الرطوبة النسبية فى الجو المحيط بالمبنى أثناء ساعات الليل والنهار وفى فصول السنة المختلفة. وللتغير فى معدلات الرطوبة النسبية دور كبير، سواء فى إذابة الأملاح بفعل الرطوبة العالية ثم تحرك محاليلها إلى المواضع المختلفة من الجدران أو فى تبلورها بعد جفاف محاليها عند انخفاض الرطوبة النسبية. وللرطوبة أيضا دور هام فى إذابة المواد الرابطة لحبيبات الكتل الحجرية أو المونات وتهيئة الظروف لقيام تفاعلات كيميائية بين المكونات المختلفة لمواد البناء.

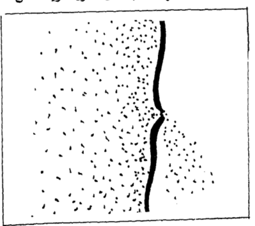
ومن أهم أنماط التلف المرتبطة بالتغيرات الكبيرة فى معدلات الرطوبة النسبية ما يلى :ـــ

- **الرطوبة النسبية المرتفعة**

وتـــؤدى إلى :ـــ

[١] إذابة الأملاح القابلة للذوبان فى الماء، والتى توجد عادة فى الأحجار الرسوبية (الحجر الجيرى والحجر الرملى) وقوالب اللبن ومونات البناء وملاط الحوائط، وحملها إلى الأسطح المكشوفة حيث تتبلور فى الطبقات الخارجية لهذه الأسطح عند جفاف محاليلها بالبخر. وبفعل الضغوط الموضعية الهائلة التى تصاحب النمو البللورى للأملاح تتفتت السطوح الخارجية للأحجار وقوالب اللبن وينفصل الملاط عن الحوائط ويضيع ما قد يكون عليها من نقوش وكتابات وحليات وزخارف.

[٢] إذابة المواد الرابطة لحبيبات الأحجار الرسوبية، وخاصة الحجر الرملى، سواء كانت من مركبات الحديد أو مركبات الكالسيوم وحملها إلى الأسطح المكشوفة حيث تترسب على هذه الأسطح عند جفاف محاليلها مكونة ما اصطلح على تسميته بالقشرة الصلبة (Hard Crust). والواقع أن هذه القشرة الصلبة تعمل على حماية أسطح الكتل الحجرية من عوامل التلف الميكانيكى (الرياح والعواصف)، إلا أن الطبقات الواقعة أسفلها تكون هشة جدا نتيجة لسحب المواد الرابطة منها، بحيث تنفرط حبيباتها، إذا حدث وضاعت هذه القشرة الصلبة، فى صورة نزيف من الحبيبات المكونة للكتل الحجرية.



- **الرطوبة النسبية المنخفضة**

وتؤدى إلى :

[١] حدوث تحولات طورية فى بعض مكونات ملاط الحوائط، خاصة إذا كان من الجبس، الذى يتحول إلى الطور المسمى بالأنهيدريت

$$\text{Gypsum} \longrightarrow \text{Anhydrite}$$

$$[\text{Ca So4} . 2 \text{ H20}] \qquad [\text{Ca So4}]$$

ويصاحب هذا التحول، كما هو واضح من المعادلة ، فقدان الماء المتحد كيميائيا مع كبريتات الكالسيوم، وبالتالى حدوث انكماش فى أبعاد الخلية البنائية للجبس، ينتج عنه إنفعال شديد (Strain) فى طبقة الملاط مؤديا إلى حدوث شروخ وتشققات غير منتظمة ومختلفة الشكل بها (٣) .

[٢] تزهر وتبلور الأملاح نتيجة للإنخفاض الكبير فى الرطوبة النسبية إلى معدلات شبه ثابتة داخل المبانى. وفى هذه الحالة تكون أسطح الجدران المنقوشة وطبقات الملاط الملونة منطقة جذب لمحاليل الأملاح. وعندما تجف المحاليل الملحية بالبخر تتبلور الأملاح وتحدث ضغوطا موضعية هائلة تؤدى إلى تفتت السطوح الحجرية وملاط الحوائط وضياع ما تحمله من نقوش وكتابات وزخارف وحليات. ولعل من أبرز أمثلة هذا النمط من التلف مقبرة نفرتارى بالأقصر.

[٣] إضعاف صلابة الأحجار وقوالب اللبن ومونة البناء وملاط الحوائط، إذ من الثابت أن قوة المواد الرابطة وفاعليتها، سواء فى كتل الأحجار الرسوبية أو قوالب اللبن أو فى مونة البناء وملاط الحوائط تعتمد على احتواء مواد البناء هذه على نسبة معينة من الرطوبة. وفى الأجواء شديدة الجفاف تفقد المواد الرابطة قوتها وفاعليتها بفقد الرطوبة. ومن الطبيعى أن يكون لضعف المواد الرابطة تأثيره الكبير على صلابة هذه النوعيات من مواد البناء .

ثالثا : عوامل التلف البيولوجى

ونعنى بها عوامل التلف المرتبطة بالنباتات والحيوانات والحشرات والكائنات الحية الدقيقة .. وسوف نتحدث عنها بإيجاز على النحو التالى :ـ

النباتات :

عندما تتجمع مياه الأمطار أو مياه الرشح والنشع فى التربة التى تحتضن أساسات المبانى الأثرية والتاريخية فإن بذور النباتات التى تحملها الرياح والطيور، والتى تستقر عادة فى الشقوق والفواصل تحيا وتنمو وقد تصبح أشجار حقيقية. وتتسبب هذه النباتات، وخاصة عندما تخترق الفواصل والشقوق، فى تصدع المبانى إذا توفر لها الوقت اللازم لذلك. ومن ناحية أخرى فقد لوحظ أن الأساسات المبنية من الأحجار الكربوناتية تتآكل بفعل الإفرازات الحمضية التي تفرزها خلايا الجذور

(Root Sap) ، كما يتشوه منظرها بعلامات مميزة أصطلح على تسميتها باسم علامات الجذور (Root marks) .

الحيوانـــــات : ــ

وأهمهـــا :ـ

[١] الوطاويـــط

تعتبر الوطاويط من أكثر الحيوانات تشويها للمبانى الأثرية ، وخاصة تلك التى توجد فى مناطق نائية بعيدا عن العمران. فالوطاويط تتخذ من هذه المبانى مهاجع لها، وعندما تحيض فإنها تشوه الجدران وما عليها من نقوش وكتابات أو زخارف وحليات ببقع بنية داكنة (Bat droppings) يصعب إزالتها .

[٢] الفــــئران

عندما تعزو الفئران أحد المبانى الأثرية وتستوطن به، فإنها تصيبه بأضرار قد يصعب التغلب عليها، خاصة وأنها تتوالد بأعداد كبيرة. فالفئران تتخذ من الشقوق الموجودة عادة بالمبانى القديمة مهاجع لها. وقد تحفر جحورا تمتد إلى مسافات كبيرة فى الجدران أو أسفل الأساسات، الأمر الذى قد يؤدى إلى اختلال توازن المبنى وتصدعه إذا ما توفر الوقت اللازم لذلك. ومن ناحية أخرى فإن تكاثر الفئران بالمبانى القديمة يحولها إلى أماكن قذرة كريهة الرائحة .

الحشـــرات :

وأهمهـــا :ـ

[١] النمل الأبيض (Termites)

النمل الأبيض حشرة مدمرة للمبانى الأثرية ، فهى تحفر أنفاقها عادة تحت الأساسات وتتسبب بذلك فى خلخلة التربة، الأمر الذى قد يؤدى إلى اختلال المبانى. وفى حالة المبانى الطينية نجد أن النمل الأبيض يهاجم قوالب اللبن ومونة وملاط الطين ويفتتها ليتغذى على التبن المهروس الموجود بها. ويهاجم النمل الأبيض كذلك الأخشاب المستخدمة فى المبانى ليتخذ منها غذاءً له فيفتتها ويفقدها صلابتها وتماسكها. وقد يؤدى ذلك إلى تصدع المبانى، إذا كانت هذه الأخشاب محملة بأثقال أو تشكل عنصرا إنشائيا هاما .

[٢] النحل الــــبرى (Wild Bees)

لا يحدث النحل البرى تلفا مباشرا بالمبانى الأثرية ، ولكنه وخاصة فى المبانى الموجودة بالمناطق النائية البعيدة عن العمران يبنى على الجدران عشوشا شديدة الصلابة والتماسك من الطين وبعض الإفرازات العضوية تتسبب فى تشويه مظهرها وإتلاف ما تحمله من نقوش وكتابات أو زخارف وحليات .

الكائنات الحية الدقيقـــة :

وهى البكتريا والفطريـــات

نتيجة لتحلل المواد العضوية التى توجد عادة فى التربة الطينية التى تحتضن الكثير من المبانى الأثرية والتاريخية بفعل الكائنات الحية الدقيقة، تصبح مواد البناء بأساسات هذه المبانى متواجدة فى وسط إما شديد الحموضة أو شديد القلوية، الأمر الذى يؤدى إلى تنشيط التفاعلات الكيميائية بين أحجار البناء والوسط المحيط بها، وهو التربة. هذا بالإضافة إلى تحلل الأحجار ومواد البناء الأخرى بفعل الأحماض الإنزيمية التى تفرزها هذه الكائنات . وتؤدى هذه التفاعلات الكيميائية عادة إلى تفتت مواد البناء وضياع تماسكها وصلابتها. ومن الطبيعى أن يكون لهذا أثره الواضح فى عملية تلف المبانى الأثرية والتاريخية .

الفصـــل الثاني

ميكانيكية تلف المبانى الأثرية

Mechanism of deterioration of Archaeological Buildings

بـعـد أن اسـتـعـرضـنـا فى الفصل السابق أهم عوامل تلف المبانى الأثرية والتاريخية، يهمنا فى هذا الفصل من الكتاب أن نـتـنـاول مـيـكـانـيـكية التلف أو الكيفية التى تتلف بها النوعيات المختلفة من المبانى ، وذلك حتى يسهل علينا استقراء مظاهر التلف ومعرفة أسبابه ، ومن ثم تشخيص الحالة وتحديد مواد وأسلوب العلاج المناسب .

أولا : المبانى الطينية

Mud Brick Constructions

[١] التغيرات اليومية الكبيرة والمفاجئة فى درجات الحرارة

تـعـتـبـر الـتـغـيرات اليومية الكبيرة والمفاجئة فى درجات الحرارة من أهم عوامل تلف المبانى الطينية . وفى هذا الصدد يمكن الـقـول بـأن مـقـدار الـتـلـف الـذى يـصـيب المبانى الأثرية والتاريخية بصفة عامة والمبانى الطينية بصفة خاصة ر يتوقف فى كل الحـالات على الـفـتـرة الزمنية التى تتعرض فيها لفعل هذا العامل ، بل نجد أن تلفا جسيما قد يقع فى ساعات قليلة ، وخاصة عند الكشف عن المبانى المطمورة فى تربة شديدة الرطوبة .

و يـنـتـج عـن تـعرض المبانى الطينية لتغيرات كبيرة ومفاجئة فى درجات الحرارة أنماط من التلف تختلف فى نوعياتها وكيفية حدوثها باختلاف الظروف التى تتواجد فيها .. وسوف نتحدث عن أسباب وكيفية التلف بفعل عامل الحرارة فى حالتين هما : عـنـد الكشف عن المبانى .. أى عند استخراجها من التربة ، وعند وجودها على وجه الأرض .. أى المبانى المكشوفة. وبطبيعة الحـال فإنـنـا لا نـعـنـى بذلك، القول بوجود حدود فاصلة تماما بين أنماط ونوعيات التلف فى هذه الحالة أو تلك، ولكننا نعنى إبراز الإختلافات النوعية والكمية فى كل حالة من هاتين الحالتين .

- **المبانى المستخرجة من باطن الأرض :**

مـن الـثـابـت أن الآثـار ، ومـنـهـا المبانى على اختلاف أنواعها ، عندما تكون مطمورة فى باطن الارض، فانها تصل بمضى الوقـت إلى حـالـة اتزان مع الظروف المحيطة بها. وعند الكشف عنها فان هذا التوازن يختل فجأة مسببا أضرارا جسيمة، الأمر الذى يستوجب عدم تعريضها لحظة الكشف عنها لظروف جوية تغاير الظروف التى كانت موجودة فيها واتخاذ التدابير اللازمة لإعطائها الوقت الكافى لتتلاءم مع الظروف الجديدة بالتدريج وبما يتناسب مع حالتها وطبيعتها .

وفـيما يختص بالمبانى الطينية التى يكشف عنها، والتى تواجدت أزمانا طويلة فى بيئة تتصف بالثبات النسبى فى الرطوبة ، نجـد أنـهـا سـوف تـفـقـد بمجرد الكشف عنها وتعرضها لدرجات حرارة عالية الماء الحر المحبوس فى المسام. و يترتب على ذلك بطـبـيـعـة الحـال حـدوث إنكماش كبير فى حجم قوالب اللبن وملاط الحوائط (اللياسة)، ينتج عنه عادة شروخ رأسية فى جميع أجزاء المبنى .

المبانى المكشوفــة :

تختلف أنماط ونوعيـة التـلف الذى يحدث فى المبانى الطينية المكشوفة عند وجودها تحت تأثير عامل التغيرات الكبيرة فى درجات الحرارة فـترة زمـنيـة طـويـلة تبعا للحالة التى توجد عليها، من حيث كونها جافة أو مبللة. ففى حالة المبانى الطينية الجافة نجد أن مواد البناء (قوالب اللبن وملاط الحوائط) تزداد حجما بخاصية التمدد عند تعرضها لدرجات حرارة عالية، وتقل حجما بخاصية الإنكماش عند تعرضها لدرجات حرارة منخفضة. وحيث أن مواد البناء هذه تتكون من مواد غير متجانسة فى الخواص الطبيعية، فإنها تتمدد وتنكمش بدرجات مختلفة ومتفاوتة. وتؤدى عمليات التمدد والإنكماش المتكررة والغير منتظمة إلى حدوث شروخ وتـشـقـقات فى جميع أجزاء المبنى. أما فى حالة المبانى المبللة بمياه الرشح أو مياه الأمطار، فإن تعرضها لدرجات حرارة عالية يؤدى إلى تبخر المياه، ومن ثم تتحرك محاليل الأملاح القابلة للذوبان فى الماء داخل الجدران إلى الأسطح المكشوفة حيث تـتـزهـر وتـتـبـلـور فى طبقاتها السطحية مؤدية إلى تفتتها بفعل الضغوط الموضعية التى تصاحب عملية التبلور. ومن ناحية أخرى فإن تبخر المياه المحبوسة فى مسام قوالب اللبن وملاط الحوائط يؤدى إلى إنكماشها وبالتالى إلى حدوث شروخ وتقشرات سطحية فى جميع أجزاء المبنى (اللوحات من رقم ٦٧ وحتى ٧٥).

[٢] مياه الأمطـــــار :

لا يـغـيـب عـن الأذهـان أن لـلأمـطـار خطورة كبيرة على المبانى الطينية، خاصة عندما تتساقط بغزارة ولفترات زمنية ممتدة. وعلينا ونـحـن بـصـدد مـنـاقـشـة دور مياه الامطار أن نميز بين نوعين أو حالتين من التلف هما : التأثير اللحظى لمياه الأمطار (Immediate effect)، ونـعـنـى بـه تـأثير مـيـاه الأمـطـار لحظة سقوطها وارتطامها بالمبنى. والتأثير اللاحق (Subsequent effect) ونعـنى بـه تـأثير مـيـاه الأمـطـار عـند تطايرها بالبخر وجفاف المبنى وعند تجمعها فى صورة ماء راكد حول الأجزاء السفلى من الجدران .

التأثير اللحظى لمياه الامطار :

يـتـرتـب على سـقـوط الأمـطـار الغزيرة وارتطامها بالأسطح الرأسية غسل ونزح القشرة السطحية وحفر قنوات شعرية بالطبقات الخارجية للـجـدران وتـعـرية الأجزاء السفلى منها بفعل رشاش الماء المحمل بالطين والذى ينتج عن إرتطام مياه الأمطار الغزيرة بسطح الارض. و يـزداد تـأثير مياه الأمطار حدة إذا كانت مصحوبة بالعواصف. وبالإضافة إلى ذلك فإن مياه الأمطار تذيب الأملاح والمواد الـرابـطـة وتحملها إلى الأسطح المكشوفة، حيث تترسب بها عندما يجف الماء بالبخر. و يترتب على إذابة الأملاح ثم تبلورها تفتت الطبقات الخارجية للأسطح المكشوفة بفعل الضغوط الموضعية الهائلة التى تصاحب عملية التبلور. أما نزح المواد الرابطة فيؤدى مع تكراره إلى اضعاف بنية قوالب اللبن وتحولها مع الوقت إلى أجسام هشة قليلة المقاومة للأحمال والضغوط، مما يؤدى إلى تصدع المبانى، إذا ما توفر الوقت اللازم لذلك (اللوحات من رقم ٦٧ وحتى ٧٥).

التأثير اللاحق لمياه الأمطار :

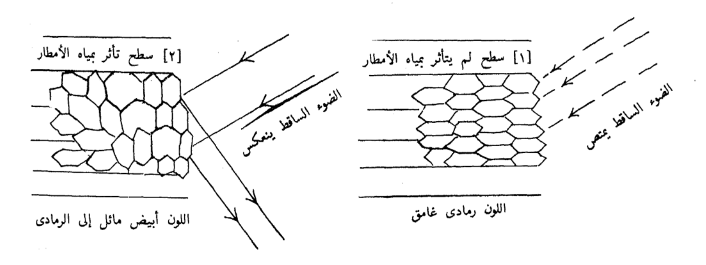
بعد توقف سقوط الأمطار تكون المبانى الطينية قد تشربت بكمية كبيرة من المياه . وبفعل هذه المياه تنتفخ حبيبات الطفلة الطينـيـة وتـزداد حـجـما وتشكل ضغوطا رهيبة على الأسطح الخارجية للجدران. وعند فقد المياه بالبخر تعود هذه الحبيبات إلى حجمها الـطـبـيـعى. ومع تكرار عملية الإنتفاخ والتقلص تصاب الجدران بشروخ نافذة وتتساقط طبقاتها السطحية فى صورة قشور

وينفصل عنها ملاط الحوائط (اللوحات من رقم ٦٧ وحتى ٧٥).

وعندما تتجمع مياه الأمطار حول الأجزاء السفلى من الجدران فإنها ترتفع فيها بفعل الخاصية الشعرية وتذيب وتنزح المواد الرابطة والأملاح القابلة للذوبان وتحملها إلى الأسطح المكشوفة، حيث تترسب فى طبقاتها الخارجية عندما تجف المياه بالبخر، ويترتب على ذلك بطبيعة الحال ضعف بنية قوالب اللبن فى الأجزاء السفلى من الجدران بنزح المواد الرابطة منها وتفتيت السطوح المكشوفة بفعل الضغوط الموضعية التى تصاحب تبلور الاملاح ومن ناحية أخرى تتكون حول الأجزاء السفلى من الجدران بعد جفاف مياه الأمطار طبقة غير متجانسة من المواد الطفلية تختلف فى خواصها المعدنية والطبيعية، لذلك فإنها تتحرك عند الجفاف تحركات غير منتظمة وتأخذ شكلا منبعجا، ومن ثم تضغط على أسفال الجدران وتخل توازنها (لوحات رقم ٦٩، ٧٢).

وبتأثير ذلك كله تصبح الظروف مهيأة لحدوث إنهيارات واسعة فى المبانى، طالما أن الأجزاء السفلى من الجدران قد فقدت تماسكها وقوتها وأصبحت غير قادرة على مقاومة ضغوط الأحمال الكبيرة الواقعة عليها.

ولعله من المفيد أن نذكر فى نهاية تناولنا لكيفية تلف المبانى الطينية بفعل مياه الأمطار أن نشير إلى التغيرات التى تحدث فى مظهر هذه النوعية من المبانى الأثرية والتاريخية. فالثابت أن مياه الأمطار عندما تتسرب إلى الأجزاء الداخلية من قوالب اللبن فإنها تنزح بعض مكوناتها من الطفلة الطينية وتحملها فى صورة معلق إلى الأسطح الخارجية حيث تترسب هناك عندما يجف الماء بالبخر. وقد ثبت بالدراسة الميكروسكوبية أن حبيبات الطفلة الطينية وهى على هيئة صفائح، تأخذ فى هذه الطبقة السطحية المرسبة من مياه الأمطار ترتيبا موازيا لأسطح الجدران، وذلك على خلاف ما كانت عليه فى قوالب اللبن، حيث كان إتجاه ترتيبها عموديا. ويترتب على ذلك حدوث تغير فى الخصائص الضوئية يؤدى إلى إختلاف لون الجدران التى تأثرت بمياه الأمطار (٧٥ ــ ٢٦٨)، وذلك على النحو التالى:



- يلاحظ إنتفاخ حبيبات الطفلة فى الأجزاء الداخلية للبن

[٣] مياه الرشح والنشع

تعتبر مياه الرشح والنشع من أشد عوامل التلف تدميرا للمبانى الأثرية والتاريخية بصفة عامة ، والمبانى الطينية بصفة خاصة ، وحتى نقف على دور هذا العامل ونتبين أنماط التلف المصاحبة له والكيفية التى تحدث بها ، علينا أن نفرق بين حالتين هما :

الحالة الأولى :

وهى الحالة التى تكون فيها أساسات المبانى بعيدة عن مستوى مياه الرشح والنشع وتحتضنها تربة جافة . وفى هذه الحالة تصل مياه الرشح والنشع إلى الأساسات والأجزاء السفلى من الجدران ، عندما ترتفع درجة حرارة باطن الأرض فى وقت الظهيرة ، على صورة بخار ماء .

الحالة الثانية :

وهى الحالة التى تكون فيها الأساسات على اتصال مباشر بمياه الرشح والنشع . وفى هذه الحالة تصل المياه إلى الأجزاء السفلى من الجدران بالخاصية الشعرية .

وسوف نستطرد فى الحديث عن هاتين الحالتين بالتفصيل على النحو التالى :

● الحالة الأولى

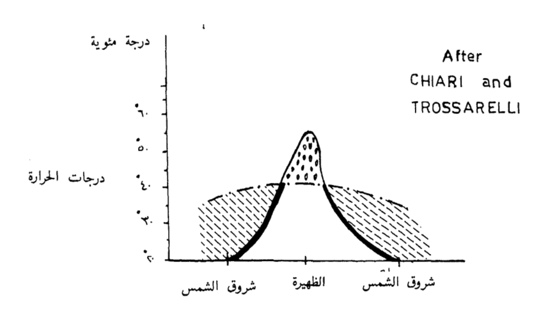
إرتفاع مياه الرشح والنشع على صورة بخار ماء فى فترات الجفاف التى تنعدم فيها الأمطار

تتعرض المبانى الطينية التى ترتكز أساساتها على تربة عالية المسامية ، بعيدا عن منسوب مياه الرشح والنشع (المياه السطحية) ، بما لايزيد على خمسة أمتار ، لحدوث تآكل فى الأجزاء المتاخمة للتربة من الجدران بفعل مياه الرشح والنشع التى ترتفع إليها فى صورة بخار ماء يتكثف فى المسام والفراغات البينية (Voits) التى توجد عادة فى قوالب اللبن وملاط الحوائط (اللياسة) ، وذلك عندما ترتفع درجة حرارة باطن الأرض فى أوقات الظهيرة . ويؤدى تكثف الماء بطبيعةالحال إلى زيادة محتوى قوالب اللبن وملاط الحوائط فى المواضع المتاخمة للتربة من الماء الحر .

وبالرغم من أن إرتفاع مياه الرشح والنشع إلى أسفال الجدران على صورة بخار ماء لايؤدى إلى اذابة أملاح التربة ونقلها إلى الجدران ، إلا أن تكثف بخار الماء فى قوالب اللبن وملاط الحوائط يؤدى إلى إذابة ماهو موجود بها من أملاح . وفى فترات الجفاف تتبلور هذه الأملاح مرة أخرى فى مواضعها مسببة ضغوط موضعية كبيرة تؤدى إلى تفسخ قوالب اللبن وإضعاف بنيتها . ونجد أن إنتفاخ حبيبات الطفلة الطينية بفعل الماء ثم إنكماشها عند الجفاف يؤدى هو الآخر إلى تشرخ قوالب اللبن وملاط الحوائط وانفصال أجزائه السطحية على هيئة قشور .

ومع أن التلف المترتب على مياه الرشح والنشع فى هذه الحالة يبدو طفيفا ، إلا أنه مع تكراره يؤدى فى بعض الأحيان إلى حدوث إنهيارات بالمبانى ، إذا ماتوفر له الوقت اللازم لذلك ، خاصة وأن التلف يتركز فى الأجزاء السفلى من الجدران ، وهى الأجزاء التى يقع عليها ثقل المبنى . فالثابت من وجهة النظر الإنشائية أن التغيرات فى معامل مقاومة الأساسات لضغوط الكبس (Coefficient of resistance to compression) حتى ولو كانت صغيرة القيمة ، تؤدى إلى إختلال توازن المبانى ، ومن ثم إنهيارها .

ولتبيان كيفية تصاعد مياه الرشح والنشع على صورة بخار ماء نشير إلى الدراسة التى أجراها جياكوموكيارى وكارلو تروساريللى والتى انتهيا فيها إلى القول بأنه فى المناطق القارية ترتفع درجة حرارة الطبقات السطحية من باطن الأرض ولعمق متر واحد تقريبا بمعدل يصل إلى حوالى ٣٠ درجة مئوية ، وأن درجة حرارة الطبقات التالية لها تزداد بمعدلات متعاقبة وغير حادة كلما ازداد العمق حتى تصل إلى أعلى معدل لها فى أوقات الظهيرة ، وكما يتضح من المنحنى الآتى ، الذى يوضح عملية تصاعد مياه الرشح والنشع على صورة بخار ماء على مدار اليوم مع ارتفاع درجة حرارة باطن الأرض .



ساعات النهـار
درجة حرارة الطبقات السطحية من باطن الأرض
درجة حرارة الطبقات الداخلية من باطن الأرض ولعمق خمسة أمتار

الفترات التى تصل فيها عملية تصاعد المياه الجوفية على صورة بخار ماء إلى المعدلات القصوى

الفترات التى يتكثف فيها بخار الماء فى الطبقات السطحية الأكثر برودة

ويتضح من المنحنى أن درجة حرارة مياه الرشح والنشع فى الطبقات السفلى من باطن الأرض ترتفع فى أوقات معينة من النهار عن درجة حرارتها فى الطبقات السطحية التى تعلوها . ويترتب على ذلك بطبيعة الحال تحرك مياه الرشح والنشع على صورة بخار ماء ، حيث يتكثف فى الطبقات الأعلى الأكثر برودة . وبصورة إجمالية نجد أن نمط عملية البخر على مدار اليوم يتكون من مرحلتين : مرحلة تصل فيها معدلات البخر إلى أقصى قيمة لها ، ومرحلة أخرى يصل فيها محتوى الطبقات السطحية من الماء الحر المتكثف إلى قيم ثابتة نتيجة لتواصل عملية تصاعد بخار الماء من الطبقات السفلى من باطن الأرض . ومن

ذلك كله نقول بأنه على الرغم من تغير معدلات تبخر مياه الرشح والنشع على مدار اليوم ، إلا أن تحركها على صورة بخار ماء يأخذ إتجاها ثابتا من الطبقات السفلى إلى الطبقات السطحية من باطن الأرض ، ولا يحدث العكس قط .

• **الحالة الثانية**

إرتفاع مياه الرشح والنشع بالخاصية الشعرية

تكتسب ظاهرة إرتفاع مياه الرشح والنشع فى المبانى بالخاصية الشعرية أهمية وخطورة كبيرتين تفوق بمراحل شاسعة أهمية وخطورة إرتفاعها فى صورة بخار ماء .

وتترتب أهمية وخطورة إنتقال مياه الرشح والنشع بالخاصية الشعرية ، ليس فقط على كمية المياه المائلة التى ترتفع فى الأجزاء السفلى من الجدران والأعمدة إلى مسافات تختلف وتتفاوت باختلاف مسامية ونفاذية مواد البناء وكمية المياه المتجمعة أسفل الأساسات ، ولكنها ترتبط أيضا بالتأثيرات التى تصاحب تركيز كمية كبيرة من المياه فى المسام والفراغات البينية التى توجد عادة فى قوالب اللبن وملاط الحوائط ، ومن أهمها إذابة أملاح التربة ونزحها وتوزيعها فى جميع أجزاء المبنى إلى أقصى إرتفاع تستطيع المياه الوصول إليه . وكذلك غسل ونزح المواد الرابطة لمكونات قوالب اللبن وملاط الحوائط ، ومن ثم إضعاف بنيتها .

والواقع أن إنتقال مياه الرشح والنشع بالخاصية الشعرية لايحدث فقط عندما تكون أساسات المبانى على اتصال مباشر بها ، ولكنه يحدث أيضا وبدرجات متفاوته فى المبانى القائمة على سطح الأرض بعيدا عن مستوى مياه الرشح والنشع ، عند وجود طبقة عالية المسامية والنفاذية بينهما .

ولقد أثبتت الدراسات التى أجريت على المبانى الطينية فى أنحاء متفرقة من العالم أن نسبة الماء الحر المدمص فى الأجزاء السفلى من الجدران ولارتفاع ٥٠ سم تتراوح فى الحالات القصوى مابين ١٨ ، ٢٠ ٪ ، بالوزن ، وأن نسبته تنخفض كلما ارتفعنا عن الخمسين سنتيمترا الأولى لتصل الى حوالى ١٠ ٪ عند ارتفاع يتراوح مابين ١٥٠ ،٢٠٠ سنتيمترا . ومن ذلك يتضح بأن أقصى درجات التلف المترتب على إرتفاع مياه الرشح والنشع فى المبانى يتركز فى قواعد الجدران والأعمدة ، الأمر الذى ينطوى على خطورة كبيرة لارتكاز ثقل المبنى كله على هذه الأجزاء .

وفى النهاية ، لعله لايغيب عن الأذهان تأثير المياه فى عملية إنتفاخ حبيبات الطفلة الطينية فى قوالب اللبن وملاط الحوائط وفى طبقات التربة التى تحتضن الأساسات ، وما يصاحب ذلك كله من حدوث تحركات كبيرة وغير منتظمة ، تؤدى عادة إلى إختلال توازن المبانى ، وبالتالى إنهيارها إذا ماتوفر الوقت اللازم لذلك .

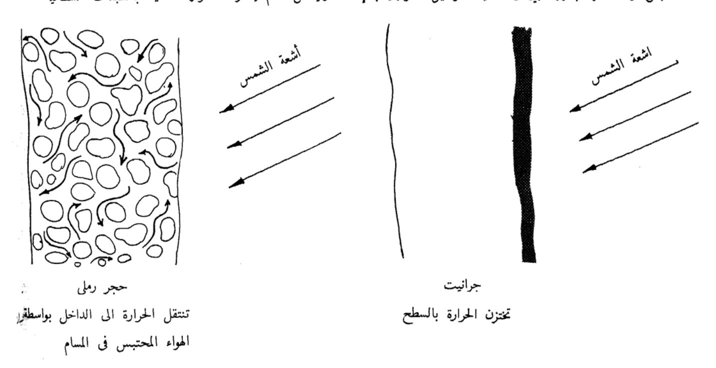
ثانيا : المبانى الحجرية

Stone - Built constructions

لعله من الأوفق أن يقتصر حديثنا على تفهم ميكانيكية أو كيفية التلف بفعل عاملى التغيرات الكبيرة والمفاجئة فى درجات الحرارة ومحاليل الأملاح ، إعتقادا منا بأن دور هذين العاملين يكون أكثر وضوحا وأشد إتلافا فى المبانى الحجرية . وبطبيعة الحال فإننا لانعنى بذلك القول بأن دور عوامل التلف الأخرى هو دور ثانوى يمكن إهماله أو التقليل من خطورته ، ولكننا نقصد فقط تجنب التكرار الذى لامبرر له ، حيث أن دور تلك العوامل وكيفية حدوث التلف بفعلها لايختلف كثيرا عنه فى حالة المبانى الطينية .

[١] التغيرات اليومية الكبيرة والمفاجئة فى درجات الحرارة

سبقت الإشارة إلى أن الطبقات السطحية للأسطح المكشوفة ، عندما تتعرض لأشعة الشمس المباشرة ، فإنها تمتص وتختزن طاقة حرارية عالية نتيجة لعجز الأحجار بصفة عامة عن التوصيل الحرارى ، وأنه على مدار ساعات النهار يتسرب جزء كبير من الحرارة التى اختزنت وببطء إلى الطبقات الداخلية . وذكرنا أيضا أنه عندما يأتى الليل وينقطع المصدر الحرارى ، وهو الشمس ، تنخفض درجة الحرارة وتصبح الطبقات الخارجية أبرد من الداخل لكونها تفقد حرارتها سريعا لاتصالها المباشر بالهواء البارد .. أى أن معدل تعامل الطبقات الخارجية من الأسطح المكشوفة مع التغير الكبير فى درجة حرارة الجو المحيط يختلف تمام الإختلاف عن الطبقات الداخلية . ومن ناحية أخرى فقد اتضح لنا مماسبق من قول أن تأثير عامل الحرارة يزداد خطورة فى الأحجار النارية وكثير من الأحجار المتحولة ، فى حين يقل نسبيا فى الأحجار الرسوبية المسامية وقوالب اللبن ، إذ يقوم الهواء المحتبس فى مسامها بدور كبير فى عملية التوصيل الحرارى بالإنتقال ويكفل عدم إختزان الحرارة العالية بالطبقات السطحية

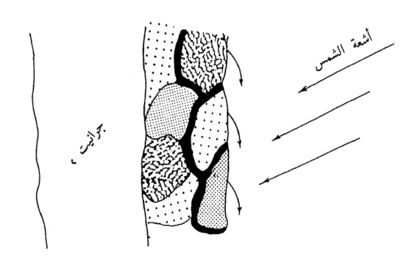


حجر رملى
تنتقل الحرارة الى الداخل بواسطة الهواء المحتبس فى المسام

جرانيت
تختزن الحرارة بالسطح

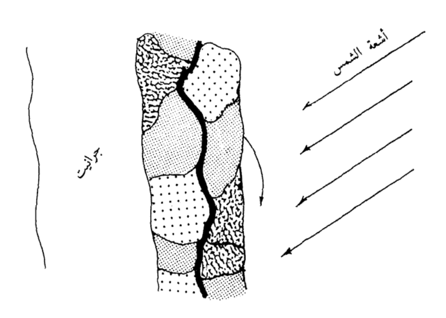
ولذلك فإننا سوف نتناول كيفية تلف المبانى الحجرية بفعل الحرارة بالتطبيق على الأحجار النارية والمتحولة . ومادام الأمر كذلك يهمنا أن نوضح أن الصخور والأحجار النارية وكثير من الصخور المتحولة تتكون من حبيبات معدنية ذات خواص طبيعية مختلفة تتماسك معا ، ليس بمواد رابطة ، ولكن عن طريق التداخل والتعاشق . وتأسيسا على ذلك فإن إختزان طاقة حرارية عالية بالطبقات الخارجية للأسطح المكشوفة يؤدى إلى تمدد هذه الحبيبات المعدنية بمعدلات مختلفة ومتفاوته ، الأمر الذى يتسبب فى إنهيار الترابط القوى (التعاشيق) التى يجمعها معا . ونتيجة لذلك يتخذ تلف المبانى الحجرية بفعل الحرارة كيفيتين هما : (٣) .

(أ) حدوث حركات متتابعة وغير منتظمة فى القشرة السطحية لأسطح الجدران المعرضة للجو ولأشعة الشمس نتيجة لاختلاف الحبيبات المعدنية المكونة لها فى معامل التمدد والإنكماش . ويترتب على ذلك ، إذا توفر الوقت اللازم ، إنهيار التداخل والتعاشق الذى يربط هذه الحبيبات فتنفصل عن بعضها وعن مثيلاتها فى الطبقات التالية لها . وبمساعدة أو بدون مساعدة عوامل أخرى مثل الرياح تسقط هذه الطبقات السطحية قرب المبنى أو تحمل بعيدا عنه مؤدية إلى تعرية الجدران وضياع ماقد يكون عليها من نقوش وكتابات (اللوحات من رقم ٧٦ حتى ٧٩ ، ٨٨)



تفتت السطح لانهيار التداخل والتعاشق بين المكونات
المعدنية وسقوطها على هيئة حبيبات مفككة

(ب) نتيجة لاختلاف الطبقات السطحية من الجدران فى تعاملها الحرارى ، سواء عند إختزان الحرارة أو عند فقدها ، عن الطبقات الواقعة أسفلها تحدث بها كوحدة واحدة حركات متتابعة تؤدى ألى إنهيار التداخل والتعاشق بين حبيباتها المعدنية وبين حبيبات الطبقات التى تليها . ويترتب على هذه الحركات إنفصال الطبقات السطحية ، إما على صورة شطف كبيرة الحجم أو على صورة قشور .



تفتت السطح عن طريق انفصال
شطف أو قشور

[٢] محاليل الأملاح

إتضح لنا فيما سبق من حديث أن تشرب مواد البناء بالمياه ، سواء كانت مياه أمطار أو مياه رشح ونشع ، يؤدى إلى إذابة الأملاح الموجودة بها أو تلك الموجودة فى التربة التى تحتضن أساسات المبانى ، ومن ثم تتحرك محاليلها إلى الأسطح المكشوفة ، حيث تبدأ فى التزهر والتبلور عندما تتطاير المياه بالبخر مسببة تفسخ وتهتك تلك السطوح بفعل الضغوط الموضعية التى تصاحب عملية التبلور. ولعلنا لانجاوز الحقيقة إذا قلنا أن معظم التلف الذى يصيب السطوح الأثرية يتأتى عن تكرار عملية ذوبان وتبلور الأملاح فيها . ولقد أثبتت الدراسات التى أجريتها فى هذا الصدد أن مدى التلف الذى يقع بفعل الأملاح يرتبط ليس فقط بكميتها ، ولكنه يرتبط فى المقام الأول بعدد مرات إذابة وتبلور الأملاح التى تصاحب التغيرات اليومية فى معدلات الرطوبة النسبية فى الأجواء المحيطة ، أو التغيرات الموسمية فى الأمطار ومياه الرشح والنشع ،

ولو أن للأملاح دور واضح فى تلف جميع مواد البناء ، إلا أن تأثيرها يكون أكثر وضوحا وأخطر مدى فى حالة مواد البناء ذات المسامية والنفاذية العالية ، وتختلف كيفية التلف بفعل الأملاح باختلاف طبيعة السطوح الأثرية ، وذلك على النحو التالى :

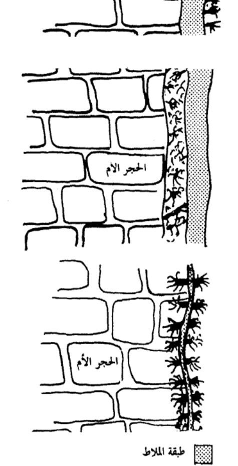
- **السطوح الغير مكسوة بالملاط**

تؤدى الضغوط الموضعية التى تصاحب عملية تبلور الأملاح إلى تفتت هذه السطوح وسقوط طبقاتها الخارجية ، إما على هيئة

حبيبات مفككة إذا كانت كتل البناء من الحجر الرملى ، وإما على هيئة قشور أو شطف ، إذا كانت هذه الكتل من الحجر الجيرى متعدد الطبقات (Laminated limestone) (اللوحة رقم ٧٩ ، ٨٠) .

• السطوح المكسوة بالملاط

تختلف أنماط وكيفية تلف السطوح الأثرية المكسوة ، باختلاف نوعية وطبيعة طبقة الملاط وباختلاف سمكها ومساميتها ، وذلك على النحو التالى : (٣) (اللوحات ٨٠ ، ٨٣ ، ٨٦ ، ٨٧) .



(أ) عندما تكون طبقة الملاط كبيرة السمك ومن النوع ذات المسامية والنفاذية العالية فإن محاليل الأملاح تتحرك إليها من الحجر الأم . وعند الجفاف بالبخر تبدأ الأملاح فى التزهر والتبلور على سطح طبقة الملاط فى شكل بللورات إبرية . على النحو الموضح بالرسم .

(ب) عندما تكون طبقة الملاط كبيرة السمك ومن النوع منخفض المسامية ، والذى يسمح فقط بنفاذ الماء على هيئة بخار ، فان الأملاح تتزهر وتتبلور عند جفاف محاليلها فيما بين طبقة الملاط والحجر الأم ، على النحو الموضح بالرسم .

(ج) عندما تكون طبقة الملاط قليلة السمك ومن النوع ذات المسامية والنفاذية العالية ، فإن محاليل الأملاح تتحرك إليها من الحجر الأم . وعند الجفاف بالبخر تبدأ الأملاح فى التزهر والتبلور فى طبقة الملاط والطبقات السطحية من الحجر التى تقع تحتها مباشرة . على النحو الموضح بالرسم .

ثالثا : المبانى الصخرية

Rock-Carved Constructions

تتميز المبانى الأثرية المنحوتة فى الجبال والتلال بطبيعة خاصة ، من حيث إتصالها المباشر بالصخر الأم ، ومن حيث تميز أجوائها بالجفاف الشديد وبثبات درجات الحرارة والرطوبة .

ولما كانت الجبال أو التلال هى البيئة التى تتواجد فيها المبانى الصخرية ، فإنه يكون من الطبيعى أن تلعب العلاقة التبادلية بين هذه المبانى وبين الصخر الأم الدور الرئيسى فى تحديد عوامل التلف ، وأن تتحكم مسامية الصخر والظروف الجوية السائدة داخل المبنى فى تحديد أنماطه وكيفية حدوثه .

وتحت هذه الظروف تصبح الأمطار والسيول والرطوبة النسبية المنخفضة فى أجواء المبانى ، أهم عوامل التلف على الإطلاق .

[١] الأمطار والسيول

عندما تنهمر الأمطار غزيرة وتسيل وتغمر التلال ، فإنها تذيب مابها من أملاح ، ومن ثم تتحرك محاليلها فى إتجاه أسطح المبانى المنحوته عبر الشروخ ومسام الصخور ، حيث تتبلور بها عند الجفاف مؤدية إلى تفتت الطبقات السطحية منها ، بفعل الضغوط الموضعية التى تصاحب عملية التبلور ، وضياع ماتحمله من نقوش وكتابات (لوحة رقم ٨٦) .

أما من حيث ميكانيكية أو كيفية حدوث التلف ، فقد سبق لنا تناولها بالتفصيل فى حالات سابقة ، ولا نجد ضرورة لتكرار الحديث عنها .

[٢] الرطوبة النسبية المنخفضة

درج أهل الحضارات القديمة على تسوية أسطح الجدران المنحوته بطبقة من ملاط الجبس بغرض تهيئتها للصور والنقوش الجدارية التى زينوا بها مقابرهم ومعابدهم . وفى الأجواء شديدة الجفاف ذات الرطوبة النسبية المنخفضة تحدث تحولات طورية فى مونة الجبس ، حيث يتحول إلى الطور المسمى بالأنهيدريت ، وعلى النحو المبين فى المعادلة .

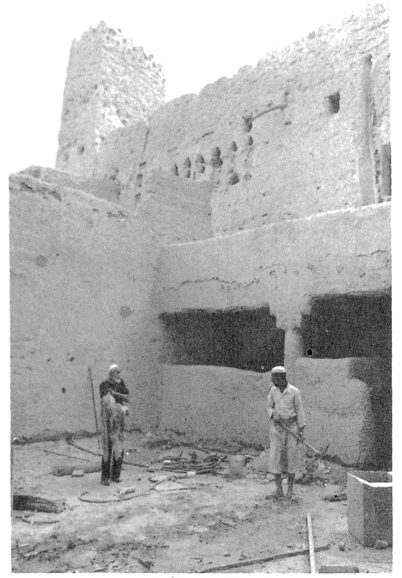
$$CaSo_4 . 2\,H_2O \longrightarrow Ca\,So_4$$

كبريتات الكالسيوم المائية ← كبريتات كالسيوم لامائية

Gypsum ← Anhydinte

ويتأتى التحول الطورى ، كما هو واضح من المعادلة ، عن فقد الماء المتحد كيميائيا فى جزىء الجبس . ولقد سبقت الإشارة إلى أن فقد الماء المتحد كيميائيا يتسبب فى حدوث إنكماش فى أبعاد الخلية البنائية للجبس ، ومن ثم إنفعال شديد فى طبقة الملاط يؤدى إلى تشرخها وانفصالها عن الجدران ، إذا ماتوفر الوقت اللازم لذلك .

لوحـة رقـم (٦٧)



قصر المصمك ـ الرياض

تأثير المزدوج للتفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة والأمطار الموسمية، وهى أبرز عوامل التلف فى المنطقة الوسطى ويتضح من الصورة أن التلف المصاحب لهذين العاملين قد اتخذ الأنماط الآتية :

(١) تشقق وتشرخ اللياسة .

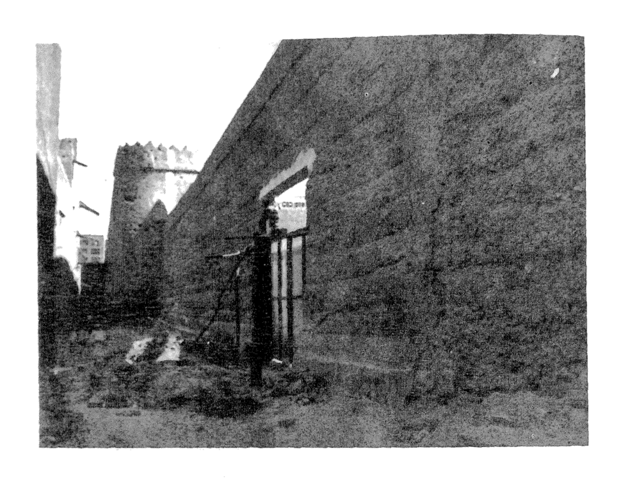
(٢) إنفصال الطبقات السطحية من اللياسة على هيئة قشور

(٣) غسل ونزح الطبقات السطحية من اللياسة وحفرات قنوات شعرية بها

(٤) تعرية الأجزاء السفلى من الجدران

(٥) إنفصال اللياسة فى بعض المواضع وسقوطها

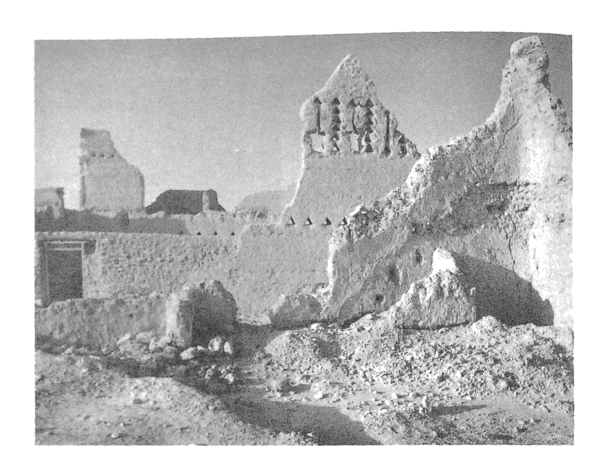
لوحـــة رقـم (٦٨)



قصر المصمك ـــ الرياض

يتضح من الصورة التأثير المزدوج للتفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة والأمطار الموسمية، وهى أبرز عوامل التلف فى المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية

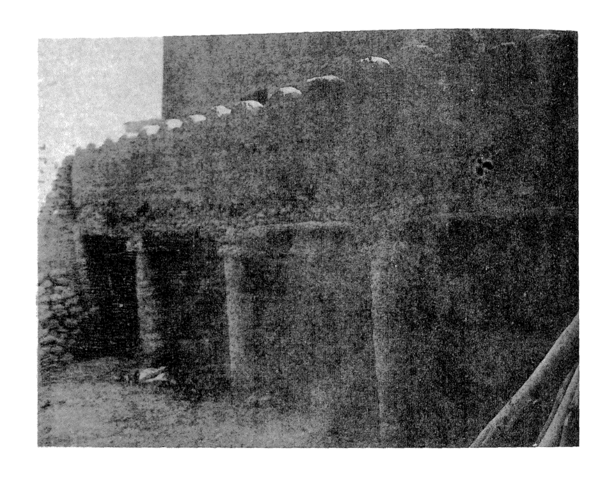
لوحـــة رقـم (٦٩)



أطلال أحد مبانى الدرعيـــة

ىنىف المصاحب للتفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة والأمطار الموسمية. ويلاحظ تصدع وانهيار المبنى بفعل الحركات
تتابعة وغير المنتظمة التى صاحبت انتفاخ قوالب اللبن عند تشربها لمياه الأمطار وانكماشها عند الجفاف، وهو ما أدى بتكراره
مع مضى الزمن إلى اختلال توازن المبنى وتفسخ الجدران

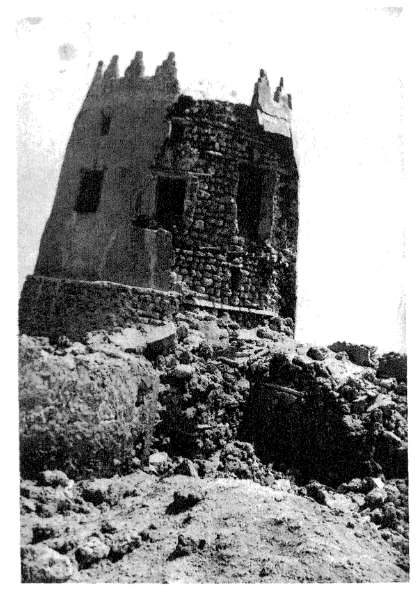
لوحـــة رقـم (٧٠)



قصر محمد بن عبد الوهاب ـــ حريملاء

التلف المصاحب للتفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة والأمطار الموسمية، والذى ظهر فى صورة شروخ وتشققات فى طبقة اللباسة وانفصالها فى بعض المواضع عن الجدران وسقوطها على هيئة قشور وحفر قنوات شعرية بها .

لوحة رقم (٧١)



قصر عبد الوهاب ــ دارين

التأثير المزدوج للتفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية العالية والأمطار الموسمية، وهى من أبرز عوامل التلف فى هذا الموقع المتاخم للخليج من المنطقة الشرقية. ويتضح أن التلف المصاحب لهذه العوامل قد اتخذ الأنماط الآتية :

(١) انفصال اللياسة عن الجدران

(٢) غسل ونزح الطبقات السطحية من اللياسة وحفر قنوات شعرية بها

(٣) تصدع المبنى وانهيار الأجزاء العليا من الجدران

(٤) تعرية الأجزاء السفلى من الجدران

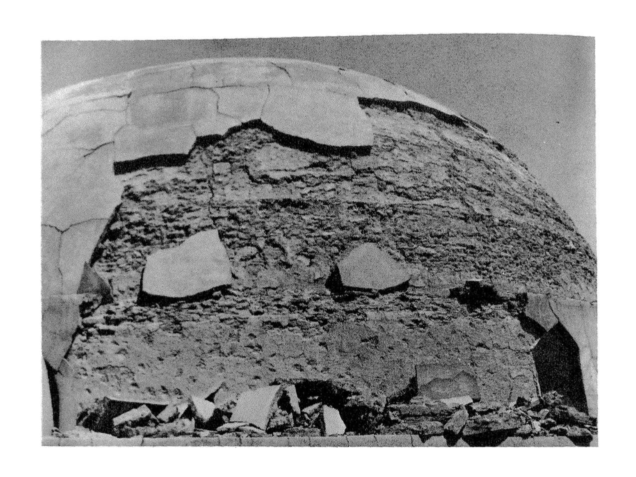
لوحـــة رقــم (٧٢)



قصر عبد الوهاب ـــ دارين

التلف المصاحب للتفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية العالية والأمطار الموسمية، ويلاحظ تصدع وانهيار المبنى بفعل الحركات المتتابعة وغير المنتظمة التى صاحبت انتفاخ قوالب اللبن عند تشربها لمياه الأمطار وانكماشها عند الجفاف، وهو ما يؤدى مع الزمن إلى اختلال توازن المبنى وتفسخ الجدران.

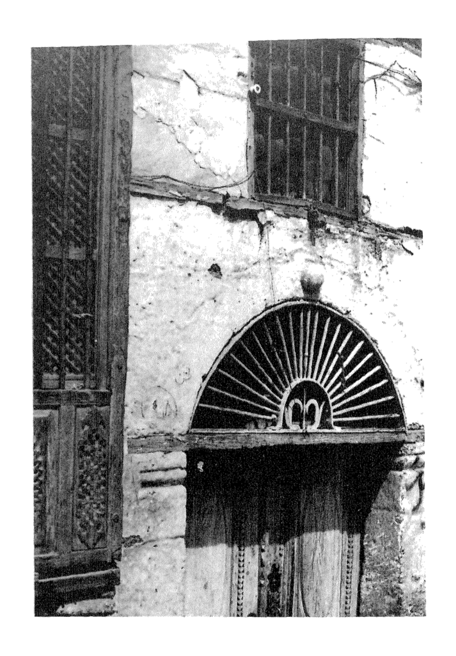
لوحـــة رقـــم (٧٣)



قصر ابراهيم ــ الهفوف

التلف المصاحب للتفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية العالية والأمطار الموسمية

لوحـــة رقـم (٧٤)



واجهة أحد المنازل بالمدينة المنورة

التلف المصاحب للتفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية والأمطار الموسمية

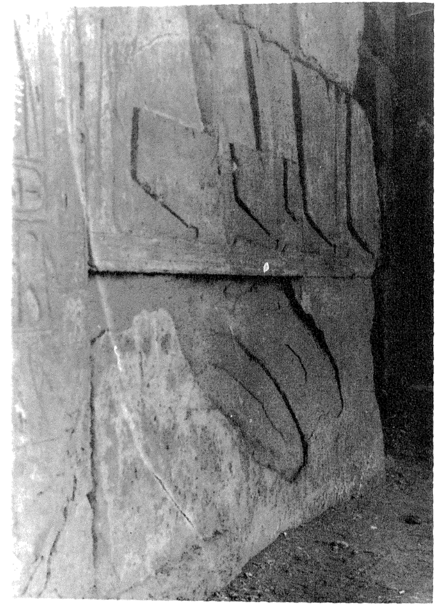
لوحـــة رقـم (٧٥)



قصر النشمى ـ المنطقة الجنوبية

التلف المصاحب للتفاوت الكبير فى درجات الحرارة والأمطار الموسمية

لوحـــة رقـم (٧٦)



معبد سيتى الأول ـ العرابة المدفونة

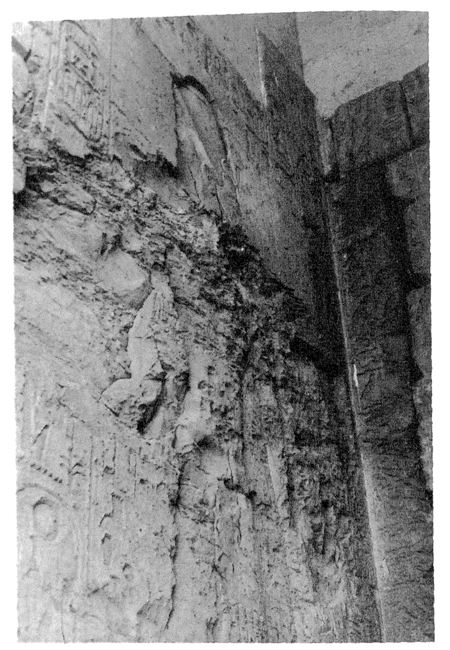
التأثير المزدوج للتفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية وهما ، من أبرز عوامل التلف فى هذه المنطقة من صعيد مصر. ويتضح من الصورة أن التلف المصاحب لهذين العاملين، والذى حدث فى كتل البناء وهى من الحجر الجيرى، قد اتخذ الأنماط الآتية:

(١) إنفصال الطبقات السطحية من الكتل الحجرية على هيئة شطف كبيرة الحجم نسبيا

(٢) إنفصال الطبقات السطحية من الكتل الحجرية على هيئة قشور

(٣) تشققات وشروخ رأسية فى أماكن متفرقة من الكتل الحجرية

لوحة رقم (٧٧)



معبد سيتى الأول ـ العرابة المدفونة

يتضح من الصورة أن التلف المصاحب لعاملى التفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة قد اتخذ الأنماط الآتية:

(١) إنفصال الطبقات السطحية من الكتل الحجرية الجيرية على هيئة شطف

(٢) إنفصال الطبقات السطحية من الكتل الحجرية على هيئة قشور.

وقد أدى ذلك إلى ضياع ما تحمله من نقوش وكتابات

لوحـــة رقـم (٧٨)



لوحة ستيى الأول ــ العرابة المدفونة

يتضح من الصورة أن فعل عاملى التفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية قد أدى الى حدوث أنماط التلف الآتية:

(١) إنفصال الطبقات السطحية من الكتل الحجرية على هيئة شطف صغيرة

(٢) إنفصال الطبقات السطحية من الكتل الحجرية على هيئة قشور.

وقد ترتب على ذلك ضياع النقوش والكتابات .

لوحــــة رقــم (٧٩)



معبد سيتى الأول ــ العرابة المدفونة

يلاحظ أن التلف المصاحب لعاملى التفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية قد اتخذ الأنماط الآتية:

(١) إنفصال الطبقات السطحية من طبقة الملاط على هيئة قشور.

(٢) إنفصال الطبقات اللونية على هيئة قشور.

لوحـــة رقـم (٨٠)



الممر الجنزى ـــ معبد الاوزوريون ـــ العرابة المدفونة

يقع معبد الأوزوريون إلى الغرب من معبد سيتى الأول تحت سطح الأرض بحوالى ١٥ مترا، ومن ثم تتجمع فى أرضيته وتحت أساساته كميات كبيرة من مياه الرشح والنشع المالحة. ويتضح من الصورة التأثير المزدوج لمياه الرشح والنشع ومحاليل الأملاح. ونجد أن التلف المصاحب لهذين العاملين قد اتخذ الأنماط الآتية:

(١) تفتت وتساقط طبقة الملاط المنقوش والملون بفعل الضغوط الموضعية التى صاحبت عملية تبلور الأملاح عند جفاف محاليلها بالبخر.

(٢) تفتت الطبقات السطحية من كتل البناء، وهى من الحجر الجيرى ، وسقوطها على هيئة شطف صغيرة وقشور بفعل الضغوط الموضعية التى صاحبت عملية تبلور الأملاح .

لوحـــة رقـــم (٨١)



الممر الجنزى ــ معبد الأوزوريون بالعرابة المدفونة

يتضح من الصورة أن التلف الذى ترتب على وقوع المبنى تحت تأثير عاملى مياه الرشح والنشع ومحاليل الأملاح قد أتخذ الأنماط الآتية :

(١) تفتت وتساقط طبقة الملاط المنقوش والملون بفعل الضغوط الموضعية التى صاحبت عملية تبلور الأملاح عند جفاف محاليلها بالبخر على هيئة قشور.

(٢) تفتت الطبقات السطحية من كتل البناء ، وهى من الحجر الجيرى ، وسقوطها على هيئة شطف بفعل الضغوط الموضعية التى صاحبت تبلور الأملاح .

ويلاحظ تجمع بللورات الأملاح على أسطح الكتل الحجرية .. ويمكن أن نتصور قوة الضغوط الموضعية التى صاحبت عملية التبلور.

لوحـــة رقـــم (٨٢)



معبد الأوزوريون ــ العرابة المدفونة

يلاحظ أن التلف المصاحب لمياه الرشح والنشع ومحاليل الأملاح والتفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية والحشائش قد اتخذ الأنماط الآتية :

(١) تصدع المبنى واختلال توازنه .

(٢) تعرية الأجزاء السفلى من الجدران .

(٣) تفتت أسطح كتل البناء وهى من الحجر الجيرى .

لوحـــة رقـم (٨٣)



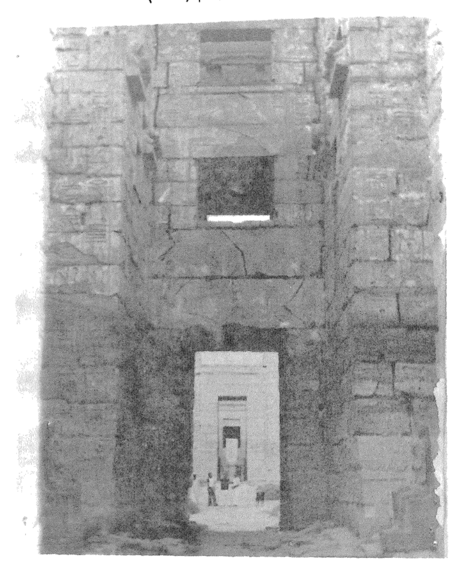
معابد مدينة هابو ـ الأقصر

التأثيرات المزدوجة للتفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية ومياه الرشح والنشع ومحاليل الأملاح، وهى أبرز عوامل التلف فى هذا الموقع من البر الغربى من مدينة الاقصر. وتقع معابد مدينة هابو وسط الأراضى الزراعية. و يتضح من الصورة أن التلف المصاحب لهذه العوامل قد اتخذ الأنماط الآتية:

(١) تفتت وتساقط طبقة الملاط المنقوش والملون على هيئة قشور.

(٢) تفتت الطبقات السطحية من كتل البناء، وهى من الحجر الرملى ، نتيجة لإذابة ونزح المواد الرابطة بفعل مياه الرشح والنشع والضغوط الموضعية التى صاحبت تبلور الأملاح.

لوحـــة رقـم (٨٤)



معابد مدينة هابو ــ الأقصر

يتضح من الصورة أن التلف المترتب على وقوع المبنى تحت تأثير التفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية ومياه الرشح والنشع ومحاليل الأملاح قد اتخذ الأنماط الآتية :

(١) تعرية الأجزاء السفلى من الجدران .

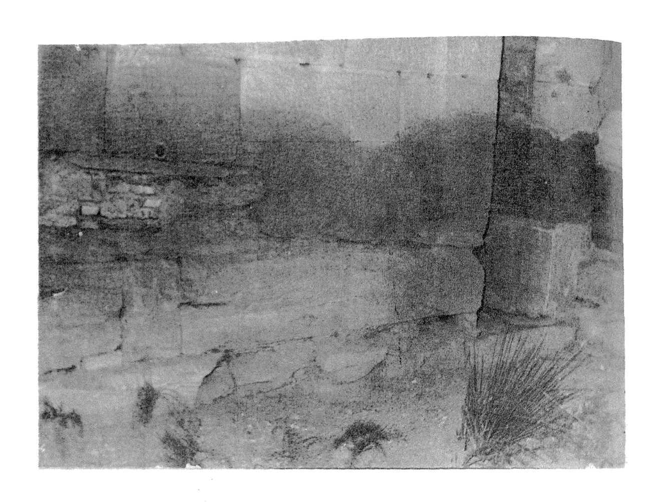
(٢) خلخلة التربة أسفل الأساسات .

(٣) تفتت كتل البناء فى المداميك السفلى ، وهى من الحجر الرملى، نتيجة لإذابة ونزح المواد الرابطة والضغوط الموضعية التى صاحبت تبلور الأملاح .

(٤) شروخ نافذة فى الكتل الحجرية .

(٥) تصدع الجدران واختلال توازنها .

لوحـــة رقـم (٨٥)



معابد مدينة هابو ـ الأقصر

يظهر من الصورة أن وقوع المبنى تحت تأثير عوامل التفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية ومياه الرشح والنشع ومحاليل الأملاح والحشائش قد أدى إلى حدوث أنماط التلف الآتية :

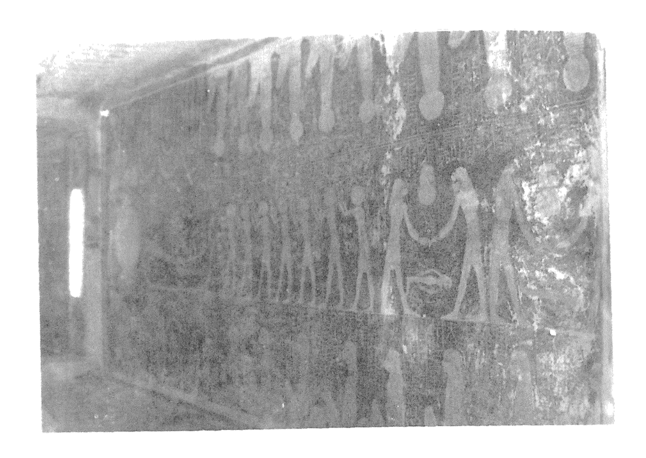
(١) تعرية الأجزاء السفلى من الجدران.

(٢) خلخلة التربة أسفل الأساسات .

(٣) تفتت كتل البناء فى المداميك السفلى نتيجة لإذابة ونزح المواد الرابطة والضغوط الموضعية التى صاحبت تبلور الأملاح .

(٤) تصدع الجدران واختلال توازنها .

لوحـــة رقـم (٨٦)



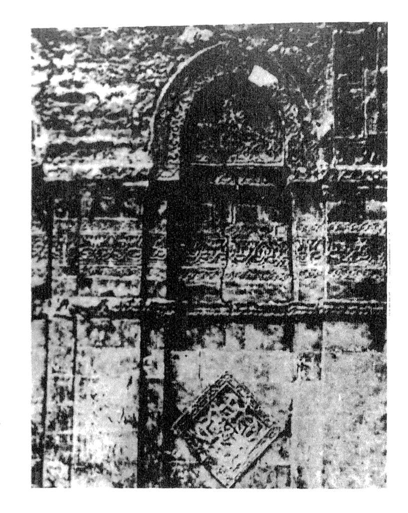
مقبرة حورمحب ـ وادى الملوك ـ البر الغربى من الأقصر

ثيرات المزدوجة للتفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية ومحاليل الأملاح، وهى أبرز عوامل التلف فى هذه المنطقة. و يتضح من الصورة أن التلف المصاحب لهذه العوامل قد اتخذ الأنماط الآتية :

(١) إنفصال الطبقات اللونية على هيئة قشور .

(٢) تفتت وانفصال طبقة الملاط المنقوش والملون على هيئة قشور .

لوحة رقم (٨٧)



الواجهة الحجرية ـ جامع الحاكم
العصر الفاطمى ـ القاهرة

التأثيرات المزدوجة للتفاوت فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية ومياه الرشح والنشع ومحاليل الأملاح، وهى أبرز عوامل التلف فى هذه المنطقة من مدينة القاهرة. ويتضح من الصورة أن التلف المصاحب لهذه العوامل قد اتخذ الأنماط الآتية :

(١) تفتت سطوح كتل البناء، وهى من الحجر الجيرى، وسقوطها على هيئة قشور.

(٢) إنفصال الطبقات السطحية من كتل البناء على هيئة شطف صغيرة الحجم.

(٣) ضياع الزخارف والكتابات.

لوحــــة رقــم (٨٨)



قلعة أجياد ــ مكة المكرمة

التأثيرات المزدوجة للتفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية والأمطار الموسمية، وهى أبرز عوامل التلف فى المنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية. ويتضح من الصورة أن التلف المصاحب لهذه العوامل قد اتخذ الأنماط الآتية :

(١) إنفصال اللياسة عن الجدران وسقوطها .

(٢) تفتت الطبقات السطحية من اللياسة وسقوطها على هيئة قشور .

(٣) تعرية الأجزاء السفلى من الجدران .

البـــاب الرابـــع

طــرق وأساليب صيانة وترميم المبانى الأثرية

الفصـــل الأول

صيانة المبانى الأثرية والتاريخية

لقد أثبتت التجارب والمشاهدات العامة أن أعمال العلاج والترميم، مهما كان المستوى الذى أنجزت به لا تكفل الأمان المطلوب، الأمر الذى يستوجب صيانة المبانى الأثرية والتاريخية عن طريق تهيئة أنسب الظروف التى تتلاءم مع حالتها ومادتها. ويتطلب هذا بطبيعة الحال الوقوف على الخواص الكيميائية والطبيعية لمواد البناء، وعلى الكيفية التى تتفاعل بها هذه المواد مع عوامل أو أسباب التلف السائدة فى البيئة التى تتواجد فيها هذه المبانى. وهذا ما حرصت على تبيانه فى الباب السابق من الكتاب .

والواقع أن إرتباط مساهمة العلوم الهندسية والكيميائية والطبيعية والبيولوجية فى مجال الصيانة بالخبرات التكنولوجية واليدوية وبالنواحى التنفيذية قد أدى إلى إستحداث أساليب ومواد جديدة للصيانة لم تكن معروفة من قبل . ولقد توثق بمضى الوقت هذا الإرتباط بحيث يصعب الآن الفصل بين البحث العلمى والمهارة اليدوية والفنية فى كل مجالات علاج الآثار وترميمها .

ولو أن المبانى الأثرية والتاريخية تتفاوت من حيث عمرها وكذلك من حيث حالتها قوة وضعفا، إلا أنها جميعها تحتاج إلى تدابير وقائية وصيانة مستمرة، وبذلك وحده نستطيع الإبقاء عليها. ونعنى بالتدابير الوقائية والصيانة تهيئة الظروف التى تتناسب مع حالة المبانى ومادتها ، وحمايتها من كل الأخطار التى تعرضها للدمار.

ولقد سبق لنا فى الباب السابق الحديث عن الأخطار التى تتعرض لها المبانى الأثرية والتاريخية وتحديد أنماط وأساليب التلف. وقد أرجعنا هذه الأخطار إلى عوامل ميكانيكية وفيزيو-كيميائية وبيولوجية. والآن سوف نتناول طرق وأساليب صيانة المبانى الأثرية والتاريخية من التلف المصاحب لوقوعها تحت تأثير هذه العوامل .

أولا: صيانة المباني من أخطار التلف الميكانيكي

• الرياح والعواصـــف

تعتبر صيانة المبانى الأثرية والتاريخية من أخطار الرياح والعواصف فى المناطق الصحراوية القارية من أعقد المشكلات التى تواجه المرممين فى جميع أنحاء العالم، إذ تتطلب جهدا كبيرا وتكاليف مادية باهظة. ولو أن العاملين فى حقل صيانة الآثار لم

يتمكنوا حتى الآن من إيجاد حلول ناجحة لمشاكل الآثار المتواجدة فى جو صحراوى مكشوف، إلا أنهم قد توصلوا إلى بعض الطرق والأساليب التى تمكنوا بها من تقليص أخطار الرياح والعواصف والتقليل من حدة التلف المصاحب لها .. ونوجزها فيما يأتى :-

١) إزالة الرمال من حول المبانى الأثرية والتاريخية .

٢) إقامة مصدات للرمال المتحركة .

٣) تثبيت التربة من حول المبانى الأثرية والتاريخية عن طريق رشها بالراتنجات واللدائن الصناعية. وقد قامت الشركات المتخصصة بإنتاج الأنواع المناسبة لهذا الغرض، ولعل من أفضلها راتنجات السيليكون إستر (Silicone Esters) .

٤) تشجير المناطق المتاخمة للمبانى الأثرية والتاريخية لصد الرياح والعواصف، وخاصة المحملة بالرمال .

- **الإتــلاف البشــرى**

قللت تشريعات وقوانين حماية الآثار التى سنتها الدول والهيئات الدولية المعنية بحماية التراث الحضارى من أخطار الإتلاف البشرى، لكنها لم تقض عليها تماما، الأمر الذى يحتم إيجاد إجراءات الوقاية والصيانة التى تناسب كل حالة. وفيما يلى سوف نتناول وسائل صيانة المبانى الأثرية والتاريخية من أخطار الإتلاف البشرى، وذلك على النحو التالى :-

[١] الحـــرائق

يجب العمل على إبعاد مسببات الحرائق عن المبانى الأثرية والتاريخية، وذلك عن طريق تجنب إستخدام النيران فيها، وعدم إيداع مواد سهلة الإشتعال بها، ومنع قيام صناعات تعتمد على النار فى الأماكن المجاورة لها. وكذلك تزويدها بوسائل الإنذار وإطفاء الحرائق الكافية والمناسبة .

ولا يفوتنا أن ننوه إلى أن المياه، بالرغم من فائدتها فى إخماد الحرائق، إلا أنها فى حالات كثيرة تلحق أضرارا جساما بالمبانى، وخاصة العناصر الزخرفية. ولذلك فإننا نوصى بضرورة الإعتماد على وسائل الإطفاء بالغازات (مثل رابع كلوريد الكربون) والمركبات الكيميائية الجافة .

[٢] الهــدم والتخريب

ونعنى بها الأضرار الناجمة عن إعتداء الأفراد على المبانى أو بتغيير معالمها بدافع من مصلحة شخصية أو بسبب الجهل بأهمية هذه الممتلكات، أو عن تنفيذ المشاريع العمرانية والإنشائية أو مشاريع تنظيم وتجميل المدن والقرى .

وتستوجب صيانة المبانى الأثرية والتاريخية من الأخطار المصاحبة لجميع هذه الأمور توعية المواطنين من جهة، وإحكام المراقبة من جهة ثانية، وذلك بتفقد المبانى بشكل منتظم وتطبيق العقوبات المنصوص عليها فى قوانين حماية الآثار بصرامة وجدية .

أما من حيث المشاريع العمرانية والإنشائية التى تهدف إلى تطوير المدن وخدمة السكان، فيمكن التخفيف من أضرارها باتباع الخطوات التالية :- (٤ - ٢٥)

ا) دراسة منطقة المشروع دراسة أثرية علمية متكاملة للتعرف على ما تحتوى عليه من آثار وممتلكات ثقافية ظاهرة أو مطمورة وتقييمها واستصدار ما يلزم حيالها من تشريعات.

ب) السعى مع الجهات المنفذة للمشروعات للعمل على الإبتعاد عن المواقع الأثرية والتاريخية قدر المستطاع أو إتخاذ تدابير صيانة المبانى الأثرية والتاريخية، وخاصة عند وضع الدراسات المبدئية للمشروعات.

حـ) إذا تعذر تعديل الدراسات بما يضمن سلامة المبانى، ولاسيما فى حالة مشروعات السدود، يصبح من الضرورى المبادرة إلى وضع خطة للإنقاذ وتنفيذ مراحلها بما يتناسب مع مراحل التنفيذ. وتتضمن عمليات الإنقاذ عادة:

- التنقيب عن العناصر التى قد تكون مطمورة فى باطن الأرض.
- التقوية والترميم.
- الدراسات الميدانية وأعمال التسجيل.
- تجميع العناصر الزخرفية والمعمارية المبعثرة ونقلها إلى المتاحف.
- نقل المبانى إلى خارج منطقة المشروع، ويفضل أن يكون المكان الجديد للمبانى قريبا قدر المستطاع من موقعها الأصلى وفى بيئة مشابهة.

وفى هذا الخصوص يجدر التنوية إلى التوصية الدولية الخاصة بإنقاذ الممتلكات الثقافية والتى تقضى بوضع نفقات الإنقاذ فى ميزانية المشروعات حتى يسهل على السلطات المسؤولة عن الآثار الحصول على الأموال اللازمة لعمليات الإنقاذ. ولعل من أبرز أمثلة عمليات الإنقاذ المصاحبة للمشروعات الإنشائية مشروع إنقاذ آثار النوبة فى مصر ومشروع إنقاذ آثار الفرات فى سوريا. وقد حظى كلا المشروعين باهتمام الهيئات الدولية وبإسهام العلماء من مختلف بلدان العالم.

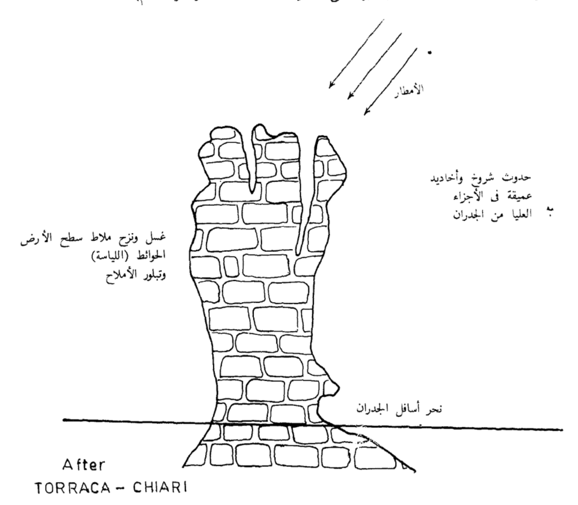
ولاستكمال إجراءات الصيانة، يجب إعداد ملف لكل بناء أو منطقة أثرية يتضمن الوثائق والمعلومات الآتية :- (٤ - ١٨).

- الصور الفوتوغرافية التى تمثل كل عناصر البناء بدقة وتفصيل.
- الخرائط المساحية والعقارية للمنطقة الأثرية أو المبنى الأثرى أو التاريخى.
- المخططات الهندسية المشتملة على المساقط الأفقية والواجهات والمقاطع وتفاصيل الزخارف والعناصر المعمارية. ويفضل هنا الإفادة من تكنيك التصوير الفوتوجرامترى الذى يحقق السرعة والدقة فى عمل المقاطع والواجهات.
- النصوص التاريخية التى تجمع من المصادر أو من الكتابات المنقوشة على البناء نفسه، والصور والرسوم الوثائقية التى يعثر عليها فى المخطوطات القديمة وكتب الرحلات.

• الأمطـــار والســـيول

من الثابت أن المبانى الأثرية والتاريخية الموجودة فى المناطق الجافة القليلة الأمطار تكون أكثر مقاومة وبقاءا من المبانى التى تتعرض للأمطار. فالأمطار الغزيرة المتواصلة تزيل مونة البناء وتضعف بنيتها، وتفتت ملاط الحوائط (اللياسة)، وتجد فرصة للتسرب من السقوف، خاصة إذا كانت مستوية. وكذلك تتسرب إلى أساسات المبانى فتحدث بها أضرارا كبيرة. ويصاحب الأمطار عادة حدوث تفاعلات فيزيو-كيميائية فى مواد البناء، فهى تذيب ما فيها من أملاح وتحملها إلى الأسطح المكشوفة حيث تتبلور بها مؤدية إلى تفتتها وتساقطها على هيئة قشور.

ويمكن تلخيص التلف المصاحب للأمطار والسيول على النحو التالى : (انظـــر الرســـم)



١) إنشاء شبكة من المجارى لتصريف مياه الأمطار والسيول وحملها بعيدا عن المبنى حتى لا تتجمع حول الجدران وتنحر أسفالها .

٢) زيادة مقاومة المبنى وإزالة نقاط الضعف فيه، وذلك عن طريق سد الشقوق والفجوات التى قد توجد فى الجدران الأسقف أو الأساسات .

٣) تكحيل الفواصل (العرانيس) بمونة قوية لا تتأثر بالمياه .

٤) معالجة ملاط الحوائط (اللياسة) بالراتنجات واللدائن الصناعية التى تزيد من مقاومته لتأثير المياه .

٥) تغطية بلاطات الأسقف بطبقة عازلة تمنع تسرب المياه منها وتزويدها بالعدد الكافى من المزاريب التى تمنع تجمع المياه عليها .

٦) تغطية قمم الجدران غير المسقوفة بطبقة عازلة من مونة تقاوم تأثير المياه وتمنع تسربها إلى داخل الجدران (Capping) .

ومن الدراسات الهامة التى تناولت صيانة المبانى الطينية من الأخطار المصاحبة للأمطار والسيول، تلك الدراسة التى قام بها كل من جيورجو توراكا وجياكوموكيارى (٧٥ - ٢٧٥ حتى ٢٨١)، والتى يهمنا أن نوجزها على النحول التالي :

مواد التكسية وملء الفراغات والشـروخ

يجب أن تتوافر فى مواد التكسية وملء الفراغات والشروخ الخواص الآتية:

١) مقاومة معقولة لتأثير المياه .

٢) التماثل مع مواد البناء القديمة فى معامل التمدد والإنكماش .

٣) التماثل مع مواد البناء القديمة فى المظهر والخواص الكيميائية والطبيعية .

٤) رخص الثمن والوفرة .

ومن هذا المنطلق إستبعد إستخدام مستحلب القار والراتنجات الصناعية، وهما المادتان اللتان سبق إستخدامهما من قبل فى مجالات وأغراض مماثلة، واستخدم كبديل لهما مونة خفيفة القوام من خليط من الطين والأسمنت تم تحضيرها بالطريقة الآتية :-

أ) تمزج الطفلة الطينية بكمية كافية من الماء مزجا تاما ثم تترك لتتخمر لمدة أسبوع على الأقل.

ب) بعد مرور الأسبوع يضاف إلى عجينة الطفلة الطينية كمية كافية من الماء ثم تقلب جيدا إلى أن تمتزج بالماء تماما وتصير على هيئة «روبة» متناسقة القوام.

جـ) يؤخذ ثامنية أجزاء بالحجم من الروبة ويضاف إليها جزء واحد بالحجم من الرمل ويقلبا جيدا حتى يمتزجا تماما، ثم يمزج معهما جزء واحد بالحجم من الأسمنت البورتلاندى. وبذلك تكون المونة معدة للإستعمال الفورى.

ملء الفراغات والشروخ «بروبة» الطفلة الطينية والأسمنت :

تجرى عملية الملء بالطريقة الآتية :-

أ) تحضر روبة الطفلة الطينية والأسمنت بالقوام الذى يتناسب مع سعة الفراغات والشروخ.

ب) تصب الروبة فى الفراغات الموجودة بالجدران والشروخ العميقة حتى تملأ تماما .. وإذا حدث وسالت الروبة تسد المنافذ التى تسيل منها بمونة الطين والأسمنت. ويفضل أن تتم عملية الملء على فترات .

والواقع أن ملء الفراغات والشروخ «بروبة» الطين والأسمنت يفيد ليس فقط فى سد المنافذ التى تتسرب منها مياه الأمطار إلى داخل الجدران، ولكنه يؤدى أيضا إلى تقوية بنية الجدران وزيادة تماسكها .

تغطية قمم الجدران الغير مسقوفة (Capping)

الهدف من تغطية قمم الجدران غير المسقوفة (Capping) هو سد الطريق أمام تسرب مياه الأمطار إلى داخل الجدران من خلال الشقوق والفراغات والتقليل من فرص سيلان المياه على أسطحها. ويستخدم فى عملية تغطية قمم الجدران مخلوط الطفلة الطينية والأسمنت التى سبقت الإشارة اليه .. ويتم العمل على النحو التالي :-

أ) ترش قمم الجدران بالماء حتى تبلل تماما .

ب) تغطى قمم الجدران بطبقة غليظة القوام من مخلوط الطفلة الطينية والأسمنت بسمك ٤ سم. وعلى أن تبرز بمقدار ٢سم من كل جانب حتى تمنع سيلان مياه الأمطار على سطحى الجدران، ثم تغطى بحصير يبلل بالماء من وقت لآخر إلى أن

تجف تماما. وتسمى طريقة التجفيف هذه بإسم «التجفيف الندى» وتتبع لمنع تشرخ المونة أثناء الجفاف.

جـ) تغطى الطبقة الأولى بعد جفافها بطبقة ثانية من «روبة» الطفلة الطينية والأسمنت لسد الشروخ التى قد تحدث بالطبقة الأولى أثناء الجفاف، ثم تغطى بحصير يبلل من وقت لآخر إلى أن تجف تماما.

هذا وقد لوحظ أنه فى الأجواء شديدة الحرارة تتشرخ مونة الطفلة الطينية والأسمنت بشدة أثناء الجفاف، مما يفقدها فاعليتها. لذلك نرى تعديل أسلوب العمل على النحو التالى:

أ) تستبدل مونة مخلوط الطفلة الطينية والأسمنت بمونة من الطفلة والجير (كربونات الكالسيوم)، وتحضر بنفس الطريقة السابقة.

ب) يضاف إلى المونة كمية كافية ومناسبة من التبن المهروس ويمزج بها جيدا إلى أن تتكون عجينة متناسقة القوام.. وقد يتطلب الأمر إضافة قليل من الماء.

ج) تشكل المونة على هيئة قوالب رقيقة بسمك يتراوح مابين ٥، ١٠ سم، وتترك لتجف تماما فى مكان ظليل حتى لا تتشرخ.

د) ترص قوالب اللبن على قمم الجدران، وعلى أن تبرز بمقدار ٢سم من كل جانب حتى تمنع سيلان مياه الأمطار على سطحى الجدار.

معالجة ملاط الحوائط (اللياسة)

تتم عملية معالجة ملاط الحوائط (اللياسة) بعد الإنتهاء من ترميم المبنى وتنفيذ إجراءات صيانته من الأخطار المصاحبة لمياه الأمطار والسيول، وتجرى عملية معالجة ملاط الحوائط، إما بمواد غير منفذة للمياه أو طاردة لها.

ولضمان معالجة ناجحة لابد أن تتوفر عدة شروط هى:ـــ

١) سد جميع الشروخ التى قد تكون موجودة بطبقة اللياسة، حتى لاتنفذ منها مياه الأمطار وتتجمع خلف القشرة السطحية المعالجة فتدفعها مؤدية إلى سقوطها، إذا ماتوفر الوقت اللازم لذلك.

٢) يجب أن يتمتع محلول المعالجة بدرجة لزوجة منخفضة حتى ينفذ فى طبقة اللياسة إلى عمق لايقل عن ٢/١ سم.

٣) يجب أن تتصف مادة المعالجة بدرجة عالية من الثبات الكيميائى فى مواجهة أشعة الشمس (الأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء).

٤) يجب ألا تكتسب القشرة السطحية من اللياسة، التى ينفذ خلالها محلول المعالجة خواصا حرارية (التمدد والإنكماش) تختلف كثيرا عن الطبقة التى تليها، حتى لاتنفصل عنها بفعل تعرضها لتفاوت كبير فى درجات الحرارة أثناء ساعات الليل والنهار وفى فصول السنة المختلفة.

٥) يجب أن تكون قوة ترابط القشرة السطحية المعالجة من اللياسة بالطبقة التى تليها أكبر من قوة الشد الناتج عن زيادة الوزن المصاحب لعملية العلاج، حتى لاتنفصل عنها تحت تأثير ثقل الوزن.

ولقد جرت تجربة العديد من الراتنجات واللدائن الصناعية لاختيار أفضلها وأنسبها لهذا العمل، ومنها : مبلمرات

الميثاكريلات (Methacrylate polymers) ولدائن الإيبوكس (Epoxy resins) وراتنج الإثيل سيليكات (Ethyl silicate) وراتنج الإثيل سيليكات المضاف إليه راتنج السيليكون (Silicone resins) . ومن خلال التجارب المعملية ثبتت صلاحية راتنج الإثيل سيليكات ، وذلك لوفائه بمعظم إحتياجات العلاج الناجح لملاط الحوائط .

ويتحلل راتنج الإثيل سيليكات تحللا مائيا (Hydrolysis) فى وجود الأحماض والماء مكونا كحول إثيلى (Ethyl alcohol) وسيليكا جل لاصقة . ومن المعروف أن راتنج الإثيل سيليكات يقوم بربط صفائح الطفلة الطينية عن طريق كبارى من السيليكا (Silica dridges) ، مما يقلل كثيرا من قابليتها للإنتفاخ والتفكك بالماء .

ويوجد فى الأسواق ثلاثة أنواع من راتنج الإثيل سيليكات هى :

١) إثيل أورثو سيليكات رباعى (Tetraethyl orthosilicate) ، وهو عديم اللون ذو لزوجة منخفضة ويحتوى على ٢٨٫٨ ٪ من السيليكا .

٢) إثيل سيليكات مكثف (Condensed ethyl silicate) ، وهو يميل قليلا إلى اللون الأصفر وذو لزوجة عالية نسبيا . ويتكون من الإثيل أورثو سيليكات الرباعى وقليل من راتنج الإثيل عديد السيليكات (ethyl polycilicate) ويحتوى على ٢٨ ٪ من السيليكا .

٣) الإثيل سيليكات ٤٠ (Ethyl silicate 40) ، وهو عديم اللون ذو لزوجة عالية ويحتوى على ٤٠ ٪ من السيليكا ، ولذلك يستخدم بعد تخفيفة بالمذيبات العضوية .

ولقد جرى تجربة الأنواع الثلاثة ، ووجد أن أفضلها هو راتنج الإثيل سيليكات ٤٠ ، اذ يهيىء لملاط الحوائط من الطفلة الطينية مقاومة أفضل لتأثير المياه ، فضلا عن رخص ثمنه .

ويحضر راتنج الإثيل سيليكات ٤٠ بالنسب الآتية : ــ

راتنج الإثيل سيليكات ٤٠	٦٦٫٦ ٪ بالحجم
كحول اثيلى ٩٦ ٪ تجارى	٣٢٫٦ ٪ بالحجم
حمض هيدروكلوريك مركز	٠٫٨ ٪ بالحجم

ويمزج المحلول جيدا قبل الإستعمال مباشرة ويترك لبعض الوقت .. ويلاحظ إرتفاع درجة حرارة المحلول بعد مزج مكوناته نتيجة للتحلل المائى لراتنج الإثيل سيليكات . يخفف محلول الراتنج بالكحول الإثيلى ٩٦ ٪ بنسبة ١ : ١ بالحجم . وتعالج اللياسة بأسلوب الرش بواقع ٢ لتر لكل متر مربع . ويفضل أن تتم عملية المعالجة على فترات .

والواقع أن ارتفاع تكلفة المعالجة براتنج الإثيل سيليكات وفق طريقة التحضير المشار إليها يرتبط ارتباطا مباشرا باستخدام الكحول الإثيلى ٩٦ ٪ كمذيب عضوى لتخفيف راتنج الإثيل سيليكات وتقليل لزوجته حتى ينفذ إلى عمق أكبر فى طبقة اللياسة ، وذلك على اعتبار أن الكحول الإثيلى أقل تطايرا من غيره من المذيبات العضوية . وفى هذا الخصوص فإننى أرى تحقيقا لتكلفة أقل أن يستخدم بدلا من الكحول الإثيلى مزيج من المذيبات العضوية يحضر بالنسب الآتية :ــ

طولوين	(Toluene)	٣٠٪ بالحجم
بـــنزول	(Benzol)	٢٠٪ بالحجم
أسيتون	(Acetone)	١٥٪ بالحجم
كحول اثيلى ٩٦٪ تجارى		٢٠٪ بالحجم
تـــنر	(Thinner)	١٠٪ بالحجم
خلات اميل	(Amyl acetate)	٥٪ بالحجم

ويلاحظ أن هذا المزيج يتكون من مذيبات عضوية تختلف فى درجة تطايرها ، مما يعنى أن راتنج الإثيل سيليكات لن يجف دفعة واحدة ، بل سيظل ذائبا فى المذيب الأقل تطايرا .. أى أنه سيظل ذائبا لمدة أطول ، الأمر الذى يحقق نفاذة إلى عمق أكبر داخل طبقة اللياسة .

• الزلازل والصواعق :

ليس فى مقدور أحد بطبيعة الحال إتقاء أضرار الزلازل .أما الصواعق فيمكن إستخدام مانعات الصواعق للتخفيف إلى حد كبير من أضرارها . ومن الضرورى توزيع هذه المانعات بحيث يشمل مفعولها سائر أقسام المبنى ، وأن يجرى فحصها من حين لآخر للتأكد من سلامتها .

وللمديرية العامة للآثار والمتاحف بالجمهورية العربية السورية تجربة ناجحة فى هذا المجال ، حيث تمكنت من التغلب على الأضرار الناجمة عن الصواعق والتى كانت تصيب القلاع والحصون القائمة فى المرتفعات ، وخاصة قلعتى الحصن والمرقب كل شتاء بأضرار جسام ، باستخدام هذه المانعات .

ثانيا : صيانة المبانى من أخطار عوامل التلف الفيزيو كيميائى

• مياه الرشح والنشع

تعتبر مياه الرشح والنشع واحدة من أكثر عوامل التلف فتكا بالمبانى الأثرية والتاريخية . ويظهر تأثيرها البالغ الخطورة فى المواقع الأثرية القريبة من مجارى الأنهار أو القريبة من البحار أو المتواجدة وسط الأراضى الزراعية أو تلك التى توجد فى الأحياء السكنية القديمة التى تفتقر عادة إلى الوسائل الحديثة للصرف الصحى .

ولقد سبق أن تحدثنا عن أنماط وكيفية حدوث التلف المصاحب لمياه الرشح والنشع . والآن سوف نتناول وسائل وأساليب صيانة المبانى الأثرية والتاريخية من أخطارها ، وذلك على النحو التالى :

[١] الطبقات غير المنفذه للمياه (Damp proof courses) .

تستخدم الطبقات غير المنفذة للمياه لمنع تحرك مياه الرشح والنشع فى الإتجاه الرأسى . وهى عادة تستخدم فى الحوائط

والأرضيات للحيلولة دون إرتفاع المياه فيها .

والواقع أن تطبيق هذا الأسلوب مازال محدودا فى المبانى الأثرية والتاريخية ، إلا أن النجاح الذى حققه فى الحالات التى اتبع فيها يعطى مؤشرا قويا إلى إمكانية إستخدامه على نطاق واسع ، خاصة بعد التقدم الهائل الذى حققته الشركات المنتجة للمواد العازلة . وتوجد طريقتان لتنفيذ الطبقات غير المنفذه للمياه فى الجدران هى : ــ

الطريقة الأولى :

وتتطلب هذه الطريقة عمل مقاطع أفقية فى الجدران بالتبادل ، يليها إدخال المواد العازلة غير المنفذة للمياه . وتشمل المواد العازلة التى يمكن إستخدامها فى هذه الطريقة الألواح المعدنية وألواح البلاستك وراتنجات الإيبوكسى الممزوجة بالرمال . وقد استخدمت هذه الطريقة بنجاح فى كل من انجلترا وألمانيا .

الطريقة الثانية :

وتتطلب هذه الطريقة عمل ثقوب تحقن الجدران من خلالها بالمواد العازلة غير المنفذة للمياه . وقد تمكنت الشركات المتخصصة من إنتاج الأنواع المناسبة من أجهزة الحقن والعديد من المواد العازلة ، ومنها : راتنجات السيليكون (Silicone) وراتنجات الإثيل سيليكات وأخلاط راتنجات السيليكونات واللاتكس (Siliconate Latex mixture) ولقد أثبتت التجارب أن النوع الأخير ، هو أفضل هذه المواد .

[٢] مصدات المياه الرأسية (Vertical moisture barriers)

يستخدم أسلوب مصدات المياه الرأسية للتقليل من كمية مياه الرشح والنشع السطحية التى تصل إلى الأساسات والأجزاء السفلى من الجدران . وتقام هذه المصدات عادة حول الأساسات والأجزاء السفلى الخارجية من الجدران ، وهي إما أن تكون على صورة حوائط غير منفذة للمياه ، أو على صورة قنوات تحفر من حول الجدران تتجمع فيها مياه الرشح والنشع ، ومن ثم يمكن ضخها من وقت لآخر .

[٣] الصرف المغطى (Submerged drainage)

يستخدم أسلوب الصرف المغطى ، إما للتقليل من مياه الرشح والنشع السطحية الأفقية ، وإما لخفض منسوب المياه الجوفية حتى لا تصل إلى أساسات الجدران ، ومن ثم ترتفع فيها بالخاصية الشعرية .

ولقد اقترح أسلوب الصرف المغطى من قبل المركز الدولى للحفاظ على الممتلكات الثقافية لصيانة معابد فيلة بمصر وأطلال مدينة موهنجو ــ دارو بالباكستان . وتم تنفيذه فى عدد من المبانى الأثرية . ويتلخص أسلوب الصرف المغطى فى تغطية أرضية المبانى بشبكة من الأنابيب الأسبستوسية المسامية توضع على أعماق تتناسب مع منسوب مياه الرشح والنشع أو المياه الجوفية وتنتهى بمجموعة من البيارات العميقة تحفر خارج المبنى تتجمع فيها المياه ، ومن ثم يمكن ضخها بعيدا عن المواقع الأثرية . وثمة احتمال فى أن يؤدى سحب مياه الرشح والنشع أو المياه الجوفية الى خلخلة التربة أسفل أساسات المبانى ، ولذلك يجب حقن الأساسات والتربة الواقعة أسفلها من وقت لآخر بمحاليل الراتنجات واللدائن الصناعية . ولقد أنتجت الشركات المتخصصة الأنواع المناسبة التى يمكن استخدامها فى هذا الغرض .

[٤] الأزموزية الكهربية (Electro Osmosis)

بالرغم من التطبيقات الناجحة لأسلوب الأزموزية الكهربية فى كل من روسيا ورومانيا والنمسا ، إلا أن هذا الأسلوب مازال مثيرا للجدل والخلاف بين الكثير من المتخصصين فى صيانة المبانى الأثرية والتاريخية . وبالرغم من ذلك نجد أن جمهرة الباحثين قد أدرجوا هذا الأسلوب ضمن الأساليب التى يمكن اللجوء إليها لصيانة المبانى الأثرية والتاريخية من الأخطار المصاحبة لمياه الرشح والنشع . ويستخدم أسلوب الأزموزية الكهربية فى عمليات تجفيف الحوائط الرطبة ولمنع تسرب المياه الى أساسات وحوائط المبانى . وعلى ضوء الجدل الدائر حول الأزموزية الكهربية ، يمكن إيجاز الأساس العلمى لهذا الأسلوب على النحو التالى :

من الثابت علميا أن المسام الشعرية (Capillaries) فى مواد البناء المسامية غير العضوية تحمل شحنة كهربية سالبة ، أما جزيئات الماء المدمصة فى المسام (Physically adsorped water molecules) فتحمل شحنة كهربية موجبة ، وأن الأيونات الموجبة تتركز فى الأسطح الخارجية للوائط . وعلى هذا الأساس وعند إيجاد مجال كهربى فى الجدران عن طريق إدخال أقطاب كهربية فيها ، نجد أن الجزيئات والأيونات المحملة بشحنة كهربية موجبة تنجذب نحو المهبط . ويترتب على ذلك وعندما تكون مسامية مواد البناء متناهية فى الدقة ، أن المياه المحبوسة فى هذه المسام فى الأجزاء الداخلية من الجدران تنساب الى الخارج بسرعة تتناسب تناسبا طرديا مع درجة لزوجتها .

• الرطوبة الجوية (Atmospheric humidity)

سبق القول بأن الرطوبة النسبية العالية فى أجواء المبانى الأثرية والتاريخية عندما تتكثف وتتحول إلى ماء حر على السطوح الباردة ، فإنها تتسرب إلى داخل الجدران بخاصية الإدمصاص الفيزيائى (Physical adsorption) وتذيب الأملاح القابلة للذوبان فى الماء ، ومن ثم تتحرك محاليلها إلى السطوح المكشوفة حيث تتبلور الأملاح عند جفاف محاليلها مؤدية إلى تفتت هذه السطوح بفعل الضغوط الموضعية التى تصاحب عملية التبلور . وعلى ذلك يصبح من الضرورى صيانة المبانى الأثرية والتاريخية من الأخطار المصاحبة لوقوعها تحت تأثير الرطوبة الجوية العالية . ومن الأساليب التى يمكن إتباعها لتحقيق هذا الغرض مايلى :

[١] التهوية (Ventilation)

يتبع أسلوب التهوية للتخلص من الرطوبة الجوية العالية فى حالة المبانى الأثرية والتاريخية التى تحتوى على عناصر معمارية أو زخرفية لاتسمح باستخدام أسلوب التدفئة الصناعية ، مثل الأخشاب والنقوش والصور الجدارية . وتتم عملية التهوية بتركيب مجموعتين من المراوح فى إتجاهين متقابلين ، إحداهما لإدخال هواء من خارج المبنى إلى د اخله ، أما الأخرى فتقوم بسحب الهواء من الداخل إلى الخارج . وبذلك يمكن تجديد هواء المبنى بصورة مستمرة تمنع تكثف الرطوبة .

[٢] التدفئة (Heating)

يستخدم أسلوب التدفئة فى البلدان الباردة لخفض الرطوبة فى أجواء المبانى الأثرية والتاريخية والحيلولة دون تكثفها على أسطح الجدران . وتتم عملية التدفئة بتزويد المبانى بشبكة من الأنابيب المعدنية تغذى مركزيا بالماء الساخن ، فتشع الحرارة فى كافة أرجاء المبنى . ولقد قام شليدر (Schlieder) بدراسة تناول فيها تأثير التدفئة على العناصر الزخرفية من أخشاب وصور

جدارية ، وانتهى فيها إلى القول بضرورة التحكم فى أجهزة التدفئة بحيث لا ترتفع درجة حرارة الجو عن ١٦ درجة مئوية .

[٣] إستخلاص أملاح التزهر (Extraction of efflorescence salts)

أثبتت الدراسات التى أجريت لقياس محتوى مواد البناء المشبعة بأنواع مختلفة من الأملاح من الماء الحر (Moisture Content) أن الكتل الحجرية وقوالب اللبن التى تصل فيها كمية ملح كلوريد الصوديوم إلى ٢٠ ملليجرام فى السنتيمتر المكعب تمتص رطوبة من الجو المحيط على هيئة ماء حر بنسبة تتراوح من ١٠ إلى ١٥ ٪ بالحجم عند رطوبة نسبية مقدارها ٩٠ ٪ ، بينما الكتل الحجرية وقوالب اللبن الخالية من الأملاح تنعدم تقريبا قابليتها لامتصاص الرطوبة . ويعنى هذا بطبيعة الحال أن وجود الأملاح بمواد البناء يزيد من قابليتها لامتصاص الرطوبة ، ومن ثم يزيد محتواها من الماء الحر . وهكذا يتبين لنا إتصال دائرة التلف بين الأملاح والرطوبة ، فالأملاح تمتص الرطوبة ، والرطوبة الممتصة فى صورة ماء حر تذيب الأملاح وتنشطها . ومن هذا نقول أن صيانة المبانى الأثرية والتاريخية من الفعل المزدوج والمتصل لكل منهما تتطلب إستخلاص الأملاح من مواد البناء . وطرق إستخلاص الأملاح كثيرة ، وسوف يأتى ذكرها فى الفصل القادم بإذن الله .

ثالثا : صيانة المبانى من أخطار عوامل التلف البيولوجى

• النباتات

تعتبر مشكلة النباتات الطفيلية التي تنمو فى المبانى الأثرية والتاريخية ، لاسيما فى الأقاليم الكثيرة الرطوبة ، من أصعب المشكلات التى تواجه العاملين فى مجال الصيانة . والواقع أن إجتثاث هذه النباتات لا يحل المشكلة ، حيث تعود النباتات إلى النمو من جديد ، بل تصبح أكثر قوة . ولم يعط إستعمال اللهب لحرق النباتات ولا المواد الكيميائية المبيدة للجذور نتيجة تذكر . وما زال الخبراء يبحثون عن الطريقة والمواد المناسبة للتخلص من هذه النباتات . ومن الطبيعي ، وما دام الأمر كذلك ، أن تكون الوقاية خيرا من العلاج ، أى فى الحيلولة منذ البداية من نمو هذه النباتات ، وذلك بسد الشروخ والشقوق وبتكحيل الفواصل التي قد تكون موجودة بين حجارة البناء تكحيلا متقنا . وعند ذلك لا تجد بذور النباتات المرتع الخصيب للنمو . ولا يفوتنا أن ننوه إلى أن الإهمال فى مجابهة مشكلة النباتات الطفيلية وتركها حتى تنمو يؤدي إلى استفحال أمرها ، ويصبح التخلص منها أمرا شديد التعقيد قد يستدعى فى بعض الحالات فك حجارة البناء لاستئصال الجذور . أما فى الحالات العادية ، فمن السهل إجتثاث الأعشاب والنباتات بين حين وآخر .

• الحيوانات

[١] الوطاويط

تقاوم الوطاويط باتخاذ الإجراءات الآتية :ـــ

أ) العمل على أن يغمر الضوء كل أرجاء المبنى .

ب) سد الفجوات والشروخ والشقوق التي يمكن أن تتخذها الوطاويط مهاجع لها .

ج) تبخير الأماكن الموبوءة بأبخرة الكبريت .

[٢] الفئران

تقاوم الفئران بالطرق الآتية :ـ

أ) العمل على أن يغمر الضوء كل أرجاء المبنى .

ب) سد الفجوات والشقوق التي يمكن أن تتخذها الفئران مهاجع لها .

ج) تزويد الأماكن الموبوءة بالعدد الكافى من المصائد .

د) مقاومة الفئران بالمبيدات الكيميائية ومنها فوسفيد الزنك .

هـ) الحرص على نظافة المبانى بصورة دائمة .

• الحشرات

[١] النمل الأبيض (Termites)

يتغذى النمل الأبيض بالمواد السليلوزية ، ولذلك فهو يهاجم الأخشاب والتبن المهروس فى قوالب اللبن واللياسة الطينية ، فيضر بها ضررا بالغا قد لا يمكن تداركه . ويكثر النمل الأبيض فى البلدان الإستوائية وشبه الإستوائية . وقد أمكن التعرف على ما يقرب من ١٩٠٠ نوعا من هذه الحشرة . ويذيش النمل الأبيض معيشة جماعية فى مستعمرات . وفى بعض الأحيان تصل أعداد المستعمرة الواحدة إلى ما يويد عن المليون من الجنود والشغالات والذكور والإناث . ويهاجم النمل الأبيض المباني ويحفر أنفاقه أسفل الأساسات وحولها فيخلخل التربة ، وقد يؤدى إلى تصدع المباني إذا ما توفر له الوقت اللازم لذلك . ويهاجم النمل الأبيض العناصر الخشبية وقوالب اللبن واللياسة الطينية ويقضى عليها بسرعة عجيبة . ويستدل على وجود النمل الأبيض من المجموعات المجنحة الطائرة التي تتواجد عادة فى مكان الإصابة فى فصل الربيع .

ولمقاومة النمل الأبيض تتبع الطرق الآتية :ـ

أ) رش المستعمرات فى الفجوات والشروخ والشقوق بمبيد الكيروزوت (Cresot) .

ب) حفر أنفاق حول الجدران وملئها بمبيد الكيروزوت للقضاء على المستعمرات الموجودة أسفل الأساسات .

ج) تبخير الأماكن الموبوءة بغاز بروميد المثيل .

د) رش الأخشاب المصابة وكذلك قوالب اللبن واللياسة الطينية بالكيروزوت أو بالمحاليل المبيدة التي تحتوى على مبيدات الكلوروفينول أو النفتالينات المعدنية .

[٢] النحل البرى (Wild bees)

يقاوم النحل البرى بالطرق الآتية :ـ

أ) إزالة عشوش النحل من جميع أرجاء المبنى . وتزال العشوش يدويا باستخدام الأزاميل الدقيقة أو غيرها الأدوات المناسبة ، ثم تنظف آثارها بالماء أو بالماء والكحول الإثيلي أو بالماء والنوشادر .

ب) مطاردة النحل البرى وإزالة عشوشه فى المساكن المتاخمة للمبانى الأثرية والتاريخية .

ج) تزويد المبانى بالعدد الكافى من المصائد . ويستعمل كطعم عسل النحل المضاف إليه الماء ، إذ ثبت أن رائحة التخمر تجذب النحل إلى المصائد .

د) سد الفتحات بسلك شبكي .

•الكائنات الحية الدقيقة

تقاوم الكائنات الحية الدقيقة باتباع الطرق الآتية :ـــ

١)تفادى التغيرات المستمرة والمفاجئة فى الرطوبة النسبية فى أجواء المبانى الأثرية والتاريخية .

٢) تثبيت الرطوبة النسبية فى أجواء المبانى فيما بين ٥٥ ، ٦٥ ٪ فى درجة حرارة تتراوح بين ١٧ ، ٢٥ درجة مئوية .

٣) رش أسفال الجدران والأجزاء المصابة بمحاليل المبيدات الكيميائية . ويمكن إستخدام محلول فلوريد الصوديوم التجارى ويحضر بإذابة ٥ جم فى كل لتر من الماء أو فلوريد الماغنسيوم التجارى ويحضر بإذابة ٢٥ جم فى كل لتر من الماء ، ويقلب بأداة خشبية .

الفصل الثـــــاني

أساليب ترميم المبانى الأثرية والتاريخية

يعتبر ترميم المبانيى الأثرية والتاريخية من أهم الأمور وأكثرها دقة وتعقيدا ، لذلك فإنه يتطلب خبرة فنية وعلمية عالية المستوى وإلى تجربة راسخة وممارسة طويلة . ولقد اهتمت الهيئات المعنية بالحفاظ على التراث المعمارى بهذا الموضوع ، وعقدت العديد من المؤتمرات على المستويين الدولى والإقليمى لتعميق التعاون من أجل حل مشكلات الترميم والصيانة ، ومن أجل توحيد الآراء ، وخاصة بعد أن تطورت أغراض عمليات الترميم وأهدافها وبعد أن إختلفت الإتجاهات بين المتخصصين فى هذا النوع من العمل .

ولقد كان للدمار الذى أحدثته الحرب العالمية الثانية الفضل فى دفع الكثير من الدول إلى الإهتمام بترميم المبانى الأثرية والتاريخية ، ومن ثم أحست هذه الدول بالحاجة المتزايدة إلى العناصر الفنية المتخصصة لتتولى عمليات الترميم . وكان من نتيجة ذلك أن قامت منظمة اليونسكو فى عام ١٩٦٩ ميلادية بعقد إجتماع ضم خبراء من مختلف أنحاء العالم لبحث وسائل إعداد الفنيين وتأهيلهم لتولى عمليات الترميم . وقد إنتهت اللجنة إلى عدد من التوصيات نذكر منها : (٤ ـــ ٣٠ ، ٣١) .

١) تفاديا لارتكاب أخطاء لايمكن إصلاحها ، أو أعمال مسرفة فى التجديد ، والإطمئنان إلى أن الأعمال المنفذة تحفظ للمبانى أصالتها وسماتها ، لابد أن يتولى ترميم المبانى الأثرية والتاريخية فنيون من ذوى الإختصاص والخبرة .

٢) تدريب الفنيين الجدد قبل أن يتولوا بأنفسهم أعمال الترميم تحت إشراف من هم أكثر قدما وخبرة . وقد إنتهت التوصيات الى القول بأن فترة التدريب يجب ألا تقل عن خمس سنوات .

٣) تنفيذ أعمال الترميم من خلال مجموعة عمل متفاهمة ومتكاملة ومتعاونة من المهندسين والمعماريين والأثريين والكيميائيين والفيزيائيين وخبراء الصيانة ومؤرخى الفنون .

٤) يجب أن تحتوى برامج كليات الهندسة والكليات والمعاهد الفنية على دروس وافية فى تاريخ الفنون والعمارة وفى طرق وأساليب صيانة المبانى الأثرية والتاريخية وترميمها .

٥) عقد دورات تدريبية للعاملين فى صيانة وترميم المبانى الأثرية والتاريخية على الصعيدين الإقليمى والدولى لتبادل الآراء والوقوف على آخر التطورات فى هذا المجال .

٦) شحذ وسائل الإعلام لتعريف المواطنين بأهمية التراث الحضارى ، وتوعيتهم بدورهم فى المحافظة عليه .

وتختلف وتتنوع أساليب الترميم باختلاف نوعية المبانى ، فهناك المبانى التاريخية التى مازالت تؤدى وظيفتها الأصلية أو تستعمل وفقا لمقتضيات العصر فى أغراض أخرى ، وهى ما اصطلح على تسميتها بالمنازل الأثرية (Domestic Buildings) ، وهناك أيضا المبانى الأثرية ، التى اصطلح على تسميتها بالإنجليزية بإسم (Monuments) ، وهى إما أن تكون مبانى متعددة العهود ، وإما أن تكون أطلالا متناثرة هنا وهناك فى المواقع الأثرية . ومن الطبيعى أن تختلف أهداف ومبادىء الترميم فى كل حالة من هذه الحالات .

وسوف نحاول فى الصفحات التالية جمع شتات هذا الموضوع الكبير وإعطاء فكرة عن المبادىء التى تحكم عمليات ترميم المبانى الأثرية والتاريخية وعن أهداف الترميم والأساليب التى يمكن إستخدامها فى مختلف الحالات .

أولا : ترميم المبانى التاريخية أو المنازل الأثرية
(Domestic Buildings)

يؤدى الإستخدام السيىء والإهمال فى أعمال الصيانة إلى إصابة المبانى التاريخية بأضرار كبيرة .. وقد يؤدى ذلك كله إلى تعريض أقسام منها لخطر الإنهيار . وفى هذه الحالة يصبح من الضرورى فك الأقسام المعرضة للسقوط وإعادة بنائها من جديد . ويتطلب فك المبانى رسوما ودراسات هندسية تفصيلية وتسجيل المبنى بالصور الفوتوغرافية وترقيم الحجارة ، حتى يمكن إعادة كل حجر وعنصر معمارى إلى مكانه الأصلى ، وقد يحتاج الأمر إلى إجراء تقوية عامة للأساسات قبل إعادة البناء .

أما فى حالة الإنهيار الفجائى ، فإن مهمة المرمم تصبح أكثر تعقيدا مالم يكن المبنى مسجلا تسجيلا كاملا من الناحيتين الهندسية والأثرية . والواقع أن عملية الفك وإعادة البناء ليست دائما ضرورية لإصلاح التصدع أو الشقوق التى تحدث عادة فى الجدران ، إذ يتوقف الأمر على مدى الخطر من ناحية ، وعلى أهمية البناء من ناحية أخرى . وفى حالة المبانى القليلة الأهمية يكفى اللجوء إلى التدابير العادية لتدعيم المبنى وتقويته ، مثل حقن الجدران والأساسات بالمونة المناسبة وربط الشقوق وملء العرانيس أو إقامة حوائط ساندة فى الحالات التى تتطلب ذلك . ومن الضرورى إستخدام مواد بناء حديثة تماثل العناصر القديمة فى المظهر وفى الخواص الطبيعية والكيميائية .

ولاشك أن الهدف الأساسى من ترميم المبنى التاريخى هو المحافظة عليه وحمايته من عوامل التلف السائدة فى البيئة التى يتواجد فيها .. وهنا يجب التقيد بمبدأ الحفاظ على المبنى ، وما يتجلى فيه من فنون معمارية أو فنون زخرفية تمثل عصرا معينا .

وقد يتطلب الأمر عند ترميم أحد المبانى التاريخية إستبدال بعض الأجزاء التالفة من مواد البناء أو إستكمال العناصر المفقودة من هيكل البناء ذاته أو العناصر المعمارية الثانوية الملحقة به ، كأخشاب السقوف والأبواب والعناصر الزخرفية . ولقد تشعبت الآراء وتعددت وجهات النظر حول الأسلوب الذى يجب أن يرمم على أساسه المبنى التاريخى ، من حيث إستكمال الأجزاء المفقودة ، ومن حيث الطريقة التى يميز بها الجزء القديم عن الأجزاء المستكملة حديثا . والعناصر المفقودة ، إما أن تكون مجهولة الأصل كليا أو جزئيا ، وإما أن يكون من السهل التعرف عليها بسبب وجود بقايا منها أو وجود وثائق كافية

لإثبات أصلها القديم . وسوف نحاول إستعراض مختلف الحالات التى تتطلب إستكمال العناصر المفقودة .

إستكمال مواد البناء العادية :

إذا كانت العناصر الناقصة مؤلفة من مواد البناء العادية الخالية من الزخارف والنقوش ، كحجارة البناء والآجر وقوالب اللبن ، فإنه يمكن إستكمالها وفق الأصل القديم المتبقى وباستخدام نفس المواد . وللتمييز بين الجزء القديم والأجزاء المجددة يجب تجنب عمليات التمويه التى يلجأ إليها المرممون ، لإزالة الفروق بين أجزاء البناء ، ولإضفاء طابع الانسجام والوحدة على البناء المرمم . ويمكن التمييز بين القديم الأصيل وبين الجديد بتغيير أسلوب نحت الكتل الحجرية أو تغيير مقاييس المداميك أو تغيير مقاييس قوالب اللبن أو الآجر .

وتعتبر سقوف المبانى الأثرية والتاريخية من العناصر المألوف تجديدها واستكمالها بسبب ما تتعرض له من أضرار . وتتخذ السقوف أشكالا مختلفة ، فمنها مايتخذ شكل القباب المبنية بالحجر المنحوت أو الآجر ، أو قوالب اللبن والخشب .. ومنها ماهو على هيئة أقبية من الحجر الغفل والمونة .. وهناك السقوف الخشبية المستوية المغطاه بطبقات طينية تؤلف السطح .. وهناك أيضا السقوف التى تتخذ شكل الجمالون ، وهي تكون عادة من هيكل خشبى مكسى بطبقة من الآجر أو الرصاص . وأخيرا نجد السقوف المبنية بالبلاطات الحجرية المنحوتة . وقد جرت العادة أن ترمم وتستكمل هذه السقوف بنفس الأساليب القديمة وباستعمال نفس المواد ، وذلك فى حالة التعرف على أصلها القديم . أما فى حالة ضياع الأصل القديم فإننا مع الرأى القائل بتجديد الأسقف بعمل أخرى حديثة تنسجم مع الطابع العام للبناء ، دونما تقليد لفن أو إستعارة من سقوف معاصرة . ويمكن بطبيعة الحال ، وإذا دعت الضرورة لذلك ، الإفادة من المواد والأساليب الحديثة فى ترميم الأسقف . ونذكر فى مجال ترميم السقوف واستخدام المواد والأساليب الحديثة ، ماقد يصادفه المرممون من جسور خشبية ، أصبحت من القدم والضعف بحيث لم تعد تقوى على حمل الأثقال الواقعة عليها ، مع مالها من قيمة فنية وتاريخية تحتم الإبقاء عليها . وهنا نجد حلا للمشكلة بتحميل ثقل السقوف على جسور من الفولاذ والأسمنت المسلح ، يجرى إدخالها فى الجسور القديمة . وبذلك تنتقل وظيفة الجسور الخشبية إلى الجسور الحديثة المخفية ، وتصبح للأولى وظيفة جمالية ظاهرية .

إستكمال العناصر الزخرفية :

قبل أن نتحدث عن أساليب ترميم العناصر الزخرفية التى فقدت بعضا من أجزائها ، يهمنا أن نحدد الإطار أو المفهوم الذى يحكم أو الذى يجب أن تتم وفقا له عمليات الترميم . وإنى مع الذين يقولون بأن الأصل فى تجديد العناصر المفقودة هو وجود الحاجة الماسة إليها ، باعتبارها وسيلة حفاظ على المبنى بكل مايمثله من إتجاهات فنية وتاريخية وحضارية . ومن وجهة النظر هذه فإننا نرى أنه يمكن الإستغناء عن تجديد الكثير من العناصر المعمارية الثانوية وكثير من العناصر الزخرفية خلال أعمال الترميم ، وإنه لأمر طبيعى أن نجد مسحة القدم وفعل الأيام فى المانى التى عاشت المئات من السنين . ولعله لايغيب عن الأذهان ، من وجهة النظر الأثرية ، أن أهمية العناصر الزخرفية فى المبانى القديمة تتأسس ليس فقط على قيمتها الفنية ، ولكنها ترتبط أيضا بقدم هذه العناصر وأصالتها . وليس من شك فى أن هذه الأهمية سوف تفقد حتما عندما يصبح العنصر الزخرفى عملا فنيا حديثا .

وسوف نتناول فى الصفحات التالية ، ومن خلال هذا المفهوم ، أساليب ترميم عدد من العناصر الزخرفية فى المبانى التاريخية وهي :—

• **الحجارة المنقوشة**

عند ترميم المبانى يجد المرممون أنفسهم أمام مشكلة إعداد بديل لبعض القطع الحجرية المنقوشة المفقودة أو إستكمال الأجزاء القائمة منها . ويتجاذب المرممين عند إستكمال هذه النواقص إتجاهان هما : الأول ويقضى بتجديد العناصر الناقصة دون نحت التفاصيل والزخارف على المادة الجديدة . والثانى يقضى باستكمالها وبكل تفاصيلها إعتمادا على مثيلاتها المتبقية من الأصل القديم . ومما لاشك فيه أن الإتجاه الأول هو الإتجاه الأقرب إلى المنهج العلمى الأثرى والأكثر توفيرا للنفقات شريطة أن يكون الإستكمال مرتكزا على التماثل الكامل مع القطع المراد إستكمالها . أما الإتجاه الثانى فهو يؤدى إلى تحقيق الانسجام الجمالى . وقد يناسب بعض الحالات التى يكون فيها البناء المراد ترميمه ذا أهمية خاصة .

ولقد أورد عبد القادر الريحاوى فى كتابه « المبانى التاريخية — حمايتها وطرق صيانتها » تقييما منهجيا لعمليات الترميم التى أجريت فى واجهة منصة التمثيل بمدرج بصرى فى الجمهورية العربية السورية ، والتى لجأ المرممون فيها إلى الأسمنت المسلح لاستكمال العديد من الأعمدة والقواعد والتيجان عن طريق صب هذه القطع فى قوالب بكامل تفاصيلها وزخارفها . ونحن نرى فى هذا التقييم إطارا صالحا ودليل عمل يحتزى به فى الأعمال المماثلة .. ويهمنا أن نوجزه فى النقاط الآتية : (٤ — ٣٧) .

١) قد يكون الأسمنت المسلح بديلا مناسبا للحجر والرخام ، وذلك على أساس أن الأسمنت ، فضلا عن كونه ، يحقق وفرا فى النفقات وسرعة فى الإنجاز ، فإنه يسهل التمييز بين الجديد والقديم من المبنى .

٢) ولو أنه كانت هناك حاجة لتجديد جانب من العناصر ليصبح فى الإمكان إعادة القطع القديمة إلى أماكنها ، إلا أن عملية التجديد قد تجاوزت مبدأ الحاجة الماسة وشمل التجديد عناصر لا تستدعيها الضرورة ، مما جعل التحديث يطغى على العناصر الأصلية .

٣) وإن احتوت القطع الأسمنتية المستخدمة كامل التفاصيل والزخارف ، إلا أنه كان من المستحيل أن تأتى مطابقة للأصل ، خاصة تيجان الأعمدة . لذلك فقد أشار أحد الخبراء مؤخرا بضرورة تجريد القطع المستحدثة منها .

• **الزخارف الجدارية**

(الفسيفساء — الصور الجدارية — النقوش الجصية)

تستخدم الفسيفساء والصور الجدارية والنقوش الجصية كعناصر زخرفية ملحقة بالبناء .. أى أنها عناصر غير أساسية فى البناء

من وجهة النظر الإنشائية . ويعنى ذلك أنه ليست هناك ضرورة أو حاجة ماسة لاستبدال الأجزاء المفقودة منها بوحدات جديدة ، وبالتالى فإن الأسلوب الذى نراه مناسبا لترميم هذه العناصر هو عدم تجديد الجزء المفقود منها . وبالرغم من ذلك نجد أن المرممين قد اختلفوا فيما بينهم فى مدى إلتزامهم بهذا المفهوم وسنبين ذلك فى الأمثلة الآتية : (٤ — ٣٨) .

١) أخذ المرممون الايطاليون فى « رافينا » التى إشتهرت بكنائسها المزينة بالفسيفساء بمبدأ تكملة الأجزاء الناقصة ، إذا تأكد لهم شكلها القديم ، ثم يحيطونها بخط أحمر للتمييز بينها وبين الوحدات القديمة ، ثم تخلوا عن هذا الأسلوب وفضلوا عدم تجديد الأجزاء المفقودة منها .

٢) أخذ المرممون الايطاليون بمبدأ تكملة الصور الجدارية بتجديد الرسوم والألوان المفقودة ، إذا تأكد لهم أصلها القديم ، ولكنهم ميزوها بألوان أفتح من الألوان الأصلية .

٣) أسرف المرممون الأسبان فى تجديد الأجزاء المفقودة من النقوش الجصية التى تزين قصر الحمراء فى غرناطة . وكانوا يستخدمون طريقة القوالب لاستبدال الأجزاء المفقودة من الوحدات الزخرفية المتكررة ، ولكنهم أبدوا مؤخرا تحفظا فى أعمال التجديد وتركوا الأماكن الناقصة ملساء خالية من النقوش توخيا للأمانة العلمية .

- **الأخشـــاب**

ليس هناك فرق كبير ، من حيث إستبدال العناصر المفقودة ، بين العناصر الزخرفية الجدارية التى تقدم زكرها ، وبين العناصر الزخرفية المصنوعة من الأخشاب . ولعل من أفضل الأساليب التى يمكن إتباعها فى ترميم الأخشاب ، الإلتزام بمبدأ إستبدال الأجزاء المفقودة فى الأماكن المجهولة الأصل بأخشاب صماء خالية من الزخارف ، أما الأجزاء المفقودة التى لها نظائر مماثلة ، فإنها تستبدل بأخشاب تحمل الخطوط العامة للوحدات الزخرفية .

وفى نهاية الحديث عن أساليب ترميم المبانى التاريخية ، يمكننا إستخلاص المبادىء التالية ، التى يجب أن تتم وفقا لها وفى إطارها عمليات الترميم وهى :—

١) يجب أن تستهدف عمليات الترميم فى المقام الأول تحقيق الناحية العلمية والضرورة العملية .. بمعنى أن تكون عمليات الترميم وسيلة صيانة تكفل بقاء المبنى وحسن إستخدامه والإفاده منه .

٢) إن تجديد العناصر الزخرفية إعتمادا على التقليد والإقتباس عن القديم أمر لا تفرضه ضرورات صيانة المبنى ، كما أن العناصر المستحدثة لن يكون لها قيمة تذكر من الناحية الأثرية .. ومن وجهة النظر هذه يفضل التخلى عن تجديدها ، إذا لم تكن هناك ضرورة ماسة لوجودها ، وفى ذلك توفيرا للجهد والمال .

٣) عندما تكون هناك ضرورة لتجديد العناصر المفقودة ، فإنه من الواجب أن يلتزم المرممون بتمييزها عن العناصر الأصلية .

ويمكن أن يتم ذلك عن طريق التبسيط والتخلى عن التفاصيل أو عن طريق مواد مغايرة أو عن طريق تأريخ الأعمال الجديدة .

وعلى أية حال ، فقد ترسخت مع الزمن وبالممارسة مبادىء عامة تحكم عمليات ترميم المبانى الأثرية والتاريخية ، ولاسيما عمليات إستبدال العناصر المفقودة يجب الإلتزام بها . والواقع أن عمليات الترميم هذه تعتمد إلى حد كبير على الخبرة العلمية والعملية والثقافة الواسعة فى كل من التاريخ وتاريخ الفنون وعلى سعة الإطلاع والذكاء والذوق الشخصى والقدرة على الإبتكار .

مثال تطبيقى

ترميم قصر المصمك بمدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية

• نبذة تاريخيـــة

تميز قصر المصمك وقت بنائه عن غيره من المبانى التى كانت معاصرة له باتساعه وسمك جدران أسواره ووحداته المعمارية ، الأمر الذى أكسبه ولاشك مكانة ووضعا متميزا . ويرى العلامة الشيخ حمد الجاسر أن إسم « المصمك » الذى يعرف به القصر حاليا قد يكون إشتقاقا من إسم « المسمك » أى الرفيع الشأن أو من اسم « المصمت » أى الذى لاينفذ فيه .

وقد أمر ببناء هذا القصر الإمام عبد الله بن فيصل بن تركى بن عبد الله بن محمد بن سعود فى عام ١٢٨٢ من الهجرة ، فى السنة الأولى من ولايته ، ليحل محل قصر دهام بن دواس الذى كان مقرا للحكم طيلة ثمانين عاما خلت قبل بناء المصمك *.

ولقد توالى على حكم الرياض آل رشيد لمدة خمس سنوات حتى ١٣٠٧ هـ ، وعبد الرحمن الفيصل لمدة سنتين حتى عام ١٣٠٩ هـ ، ومحمد بن فيصل لسنة واحدة حتى ١٣١٠ هـ ، ثم عاد الحكم مرة أخرى لآل رشيد لمدة تسع سنوات إنتهت عام ١٣١٩ هجرية . وفى الخامس من شوال من عام ١٣١٩ من الهجرة فتح جلالة الملك عبد العزيز آل سعود رحمه الله قصر المصمك ، وانتهى بذلك حكم آل رشيد ، ولتبدأ مرحلة جديدة من تاريخ الجزيرة العربية * .

ولقد ظل قصر المصمك طوال هذه الفترة قصرا للحكم إلى أن بنى قصر الملك عبد العزيز رحمه الله بالمربع فى عام ١٣٥٨ هـ * ، وبعدها إستخدم القصر فى أغراض أخرى . ومع الأيام تهدمت بعض أركانه ، وظل كذلك إلى أن رؤى ترميمه ضمن خطة لإحياء المعالم التاريخية فى المملكة العربية السعودية .

ويعتبر قصر المصمك أنموذجا متكاملا للعمارة الحربية والمدنية العربية ، إذ قدر له أن يكون مسكنا وحصنا منيعا ، وتظهر

* حمد الجاسر : مدينة الرياض عبر أطوار التاريخ ـ الطبعة الأولى ـ دار اليمامة ـ الرياض ١٣٨٦ ـ ١٩٦٦

العناصر المعمارية الحربية فى الأسوار والأبراج والمدخل المتكسر والسقاطات (المشكولى) وفتحات السهام (المزاغل) المنتشرة أعلى المدخل وفى الأبراج والأسوار والممرات التى تصل بين الأبراج . أما العناصر المدنية ، فهى عبارة عن وحدات سكنية مستقلة ، داخل أسوار القصر ، من طابق أو طابقين . وتتكون كل وحدة من فناء مكشوف يلتف حوله المجلس ، وهو عبارة عن قاعة كبيرة ، وبعض القاعات الصغيرة أو الحجرات . وتعد الوحدات السكنية بقصر المصمك نموذجا جيدا لتخطيط البيت العربى . ويتكون قصر المصمك من قاعة كبرى تتصدر المدخل الرئيسى المتكسر ، الذى يؤدى إلى البهو المكون من أربع صفات من الأعمدة تحمل فوقها ظلات تتقدم القاعات الجانبية ، ومسجد خاص يقع على يسار الداخل . وبذلك تكون الكتلة الرئيسية من القصر عبارة عن : المسجد على يسار الداخل والمجلس (القاعة الكبرى) فى مواجهته ، وعلى اليمين ممر يؤدى إلى بهو الأعمدة والقاعات والحجرات التى تطل عليه . ويوجد فى الضلع الشرقى من البهو درج صاعد (سلملك) يصعد إلى الطابق الثانى ، الذى يتكون من قاعات وحجرات السكنى العائلية والتى يطلق عليها عادة إسم « الحرملك » . وتبلغ الوحدات السكنية بقصر المصمك خمس وحدات ، إثنتان فى الضلع الجنوبى والثالثة فى الضلع الشرقى ، وأخرى فى الضلع الشمالى ، أما الوحدة الخامسة فتقع فى الناحية الشمالية الغربية وتتصل بالقاعة الرئيسية بالقصر (المجلس) . وفى الفناء يوجد البئر الخاص بالقصر .

ولقد إستخدمت فى بناء قصر المصمك الخامات المتوفرة محليا ، فقد بنيت الأساسات من كتل الحجر الرملى الغفل ، والجدران من قوالب اللبن ، واستخدمت مونة الطفلة الصحراوية (الطين) فى عمليات البناء واللياسة . أما السقف فقد بنى من خشب الأثل وجذوع النخيل وحمل على أعمدة من خرزات اسطوانية من الحجر الرملى علاها تاج عبارة عن مجدال من الحجر الرملى مستطيل الشكل . وقد صنعت الأبواب من خشب الأثل وجذوع النخيل . وفيما يختص بأعمال الزخرفة ، فقد إهتم البناؤون بزخرفة السواتف الخشبية بوحدات زخرفية ملونة ، وعنوا بتحلية الجدران بالزخارف الجصية وبعض الآيات القرآنية كتبت بالخط النسخى ، وكذلك بفتحات مثلثة الشكل ، إتخذت فى مجملها الشكل الهرمى .

• مشروع الترميم

تمت الدراسات ووضع البرنامج التنفيذى للمشروع بمعرفة المهندس الإستشارى الإيطالى جيورجو ألبينى ، وجرى التنفيذ تحت الإشراف المزدوج للإدارة العامة للآثار والمتاحف وأمانة مدينة الرياض . وقد تضمن المشروع الأسس الآتية :

[١] مواد البناء

على إعتبار أن قصر المصمك من المبانى التقليدية الطينية فى المملكة العربية السعودية ، فقد حددت المواصفات الخاصة بالمشروع مواد البناء الأساسية بصورة إجمالية بالطفلة الطينية الصحراوية والرمال والأسمنت البورتلاندى ، وأوجبت خلو هذه الخامات من الأملاح والشوائب ، وأوصت أن تكون المياه المستخدمة نظيفة ومن النوع الصالح للشرب .

وقد إتفق ممثلو الجهات المعنية بالمشروع على إستبعاد الأسمنت البورتلاندى تجنبا للأخطار التى تترتب على إحتوائه للأملاح .

[٢] قوالب اللبن ومونة البناء

فيما يختص بقوالب اللبن المطلوبة لاستكمال العناصر المفقودة من المبنى ، أشارت المواصفات باتباع الأسلوب التقليدى المتوارث فى تشكيل القوالب ، أما المكونات فقد حددتها وفق النسب الآتية :

- ثمانية أجزاء من « روبة » الطفلة الصحراوية .
- جزء واحد من الرمال .
- جزء واحد من الأسمنت البورتلاندى .
- كمية من التبن المقرط .

وقد أوصت المواصفات بضرورة تعطين الطفلة الطينية الصحراوية لمدة أسبوع قبل الاستعمال .

وفيما يختص بمونة البناء ، فقد أشارت المواصفات باستخدام نفس خلطة قوالب اللبن .. هذا وقد إتفق أثناء التنفيذ على إستبعاد الأسمنت البورتلاندى لاحتوائه على الأملاح .

[٣] بناء الأعمدة الحجرية

تم بناء الأعمدة الحجرية بالأسلوب التقليدى الموروث ، وبعد أن تم إستبعاد إستخدام مونة الأسمنت التى أوصت بها المواصفات ، على النحو التالى :

وضعت الأجزاء الحجرية (الخرزات) المكونة لأبدان الأعمدة وتيجانها فى مواضعها الصحيحة واحدة فوق الأخرى .. ونظرا لعدم إستواء أسطح الخرزات ، فإن سطحا التجميع لم يتطابقا تماما ، ولهذا فإن ربط هذه الخرزات قد تم بأن وضع فى المحيط الخارجى ولأقصى عمق ممكن كسر من الحجر ومونة الجبس . وعند إرتكاز الخرزة التى يجرى ربطها فوق الخرزة التى تحتها كسى بدن العمود بطبقة سميكة من الجبس . وقد إستمر العمل على هذا النحو إلى أن تم بناء الأعمدة بأكملها .

[٤] بناء بلاطات الأسقف

تم بناء بلاطات الأسقف بالأسلوب التقليدى الموروث وعلى النحو التالى :

١) طبقة من فروع خشب الأثل .
٢) طبقتين من سعف النخيل .
٣) طبقة من مونة الطفلة الطينية الصحراوية .
٤) طبقة رقيقة من الرمال .

٥) طبقة عازلة من الكاوتشوك ثنيت أطرافها إلى أعلى بسمك الطبقة التالية .

٦) طبقة من مونة الطفلة الطينية الصحراوية .

وقد عولجت الطبقة الأخيرة من مونة الطفلة بعد جفافها وسد ماحدث بها من شروخ أثناء الجفاف بمحلول راتنج الإثيل سيليكات ٤٠ (Ethyl silicate 40) ، حتى لاتتفكك بمياه الأمطار ، وحتى يحول الغشاء غير المنفذ للمياه ، الذى يتكون بعد جفاف محلول الراتنج بينها وبين تسرب المياه إليها وإلى الطبقات الواقعة أسفلها . هذا وقد زودت الأسطح بالعدد الكافى من المزاريب لتصريف مياه الأمطار .

[٥] ملاط الحوائط (اللياسة)

وفى هذا الخصوص حددت المواصفات النقاط التالية :

١) تتم أعمال اللياسة بالأسلوب التقليدى وباستخدام مونة الطفلة الطينية الصحراوية بنفس النسب المحددة لعمل قوالب اللبن ، وعلى ألا يضاف إليها التبن المقرط .

٢) تزال طبقات اللياسة القديمة ثم تنظف أسطح الجدران جيدا باستخدام الفرش بعد رشها بالماء .

٣) تتم تكسية أسطح الجدران بطبقتين من اللياسة وبسمك إجمالى يتراوح مابين ٢ ، ٣ سم .

٤) تتم تغطية اللياسة وإلى أن تجف تماما بالحصير المبلل بالماء ، حتى لاتتشرخ أثناء الجفاف .

[٦] معالجة ملاط الحوائط

أوصى المهندس الإستشارى باستخدام راتنج الإثيل سيليكات ٤٠ ، وفق التركيبة الآتية :

راتنج الإثيل سيليكات ٤٠	٦٦ر	٪	بالحجم
كحول إثيلى تجارى ٩٦ ٪	٣٢ر٦	٪	بالحجم
حمض الهيدروكلوريك المركز	٨ر	٪	بالحجم

وعلى أن تمزج المكونات مزجا جيدا وتترك بعض الوقت إلى أن ترتفع درجة حرارة المحلول ، ثم ترش بها الأسطح المراد علاجها بغرض إكسابها صلابة ومنع تسرب مياه الأمطار إليها .

وقد إتفق على إستبعاد إستخدام حمض الهيدروكلوريك المركز، خوفا مما قد يحدثه من تحولات كيميائية فى مكونات أسطح المعالجة فى المستقبل، كما إتفق على ضرورة سد الشروخ التى حدثت باللياسة أثناء الجفاف، حتى لاتتسرب منها مياه الأمطار وتتجمع خلف القشرة المعالجة فتؤدى إلى سقوطها بمضى الوقت، والعمل على نفاذ محلول الراتنج فى طبقة اللياسة لى عمق لايقل عن ٢/١ سم.

وأود أن أشير فى هذا الصدد إلى التجارب التى أجريتها فى معامل الإدارة العامة للآثار والمتاحف بغرض التغلب على عيوب الطفلة الصحراوية، وهى الخامة المتوفرة محليا، سواء عند إستخدامها فى عمل قوالب اللبن أو عند إستخدامها كمونة بناء أو ملاطا لتكسية الجدران، فالطفلة الصحراوية وكما هو معروف غير الغرين أو الطمى النهرى الذى يتميز بلزوجته العالية وباحتوائه ذاتيا على مواد رابطة، وهذا ما تفتقر إليه الطفلة الصحراوية.

ولقد أعطت التجارب نتائج إيجابية، بحيث يمكن الإستفادة منها فى عمليات ترميم المبانى الطينية. وهذه التجارب هى:

أولا: قوالب اللبن

(١) المكونـــــات

٣ جزء من الطفلة الصحراوية

١ جزء من الرمال

١ جزء من التبن المقرط

٢ جزء من المـــاء

ويمكن التحكم فى نسبة الماء للوصول إلى القوام المناسب لعملية صب القوالب.

(٢) طريقة مزج المكونات

أ) تصحن الطفلة الصحراوية وتمزج تماما على الناشف بالرمل والتبن المقرط، ثم يضاف إليها الماء وتقلب جيدا وتترك لتتعطن لمدة أسبوع، وأخيرا تصب فى القوالب على أن يراعى الضغط عليها بشدة بقبضة الد عند الصب.

ب) تجفف قوالب اللبن بعد صبها فى الظل أولا إلى أن يتبخر ما بها من ماء، ثم يستكمل تجفيفها فى الشمس، وعلى أن تقلب من وقت لآخر إلى أن تجف تماما.

هذا ومن الضرورى أن يشبع التبن المقرط المستخدم فى صناعة اللبن بمادة الكريوزوت (وذلك بمعدل جزء من الكريوزوت لى أربعة أجزاء من التبن) حتى يكتسب مناعة ضد الإصابة بحشرة النمل الأبيض (القرضة).

ثانيا: مونـــة البنـــــاء

إستخدمت فى تكوين هذه المونة خلطة مكونة من الطفلة الصحراوية والجير المطفأ. وقد أثبتت التجارب أن الأسلوب الأمثل لتحضيرها هو:

١) تصحن الطفلة الصحراوية جيدا ثم تنقع فى الماء لمدة أسبوع ثم تقلب جيدا.
٢) تغسل كمية مناسبة من الرمال إلى أن يتم تخليصها مما بها من أملاح.
٣) يطفأ الجير الحى قبل الإستعمال مباشرة وينقل إلى براميل من الصاج ويغسل بالماء إلى أن يتم تخليصه من الأملاح ثم يغطى بكمية كافية من الماء ويحفظ فى البراميل لحين الإستعمال.
٤) تحضر المونة بمزج مكوناتها، وهى الطفلة الصحراوية والرمل والجير المطفأ بنسبة ١ : ١ : ١

ومن مميزات هذا النوع من المونة المرونة العالية وازدياده تماسكا بمضى الوقت، إذ يتحول الجير المطفأ (هيدروكسيد الكالسيوم) إلى كربونات الكالسيوم بفعل غاز ثانى أكسيد الكربون فى الجو فضلا عن مقدرته الفائقة على تحمل التأثيرات الجوية، وعلى وجه الخصوص مياه الأمطار.

ثالثا : ملاط الحوائط (اللياسة)

إستخدمت الطفلة الصحراوية والجير المطفأ، وتم تحضير الملاط بالنسب وبالأسلوب الذى إتبع فى تكوين مونة البناء. وقد أضيفت إلى الملاط بعض المساحيق اللونية للحصول على اللون المناسب للمبنى المراد ترميمه. وقد أثبتت التجارب أن عملية التلييس يجب أن تتم باتباع الأسلوب الآتى :

١) تزال اللياسة القديمة، ثم تنظف الجدران جيدا وترش بالماء.
٢) تسوى أسطح الجدران بطبقة سميكة من الملاط، ثم يثبت فيها وهى طرية كسر دقيقة الحجم من الحجر، عن طريق الضغط باليد ثم تترك لتجف تماما.
٣) تكسى الجدران بعد ذلك بطبقة من الملاط تكفى لحجب كسر الحجر، ثم تغطى بحصير مبلل بالماء وتترك لتجف.

والواقع أن الكسر الدقيقة من الحجر لا تزيد من صلابة طبقة اللياسة فقط، ولكنها تقلل أيضا من فرص إنفصالها عن الجدران وتشرخها عند الجفاف.

ثانيا : ترميم المبانى الأثرية
(Monumental Buildings)

• المبانى المتعددة العهود

من الطبيعى أن يضاف إلى المبانى الأثرية خلال تاريخها الطويل عناصر معمارية من عصور تالية، وبذلك نجد أن كثيرا من المبانى تضم عناصر تنتسب إلى عهود مختلفة، وفنون معمارية متعددة وقد يحدث أن تتواجد هذه العناصر فوق بعضها، فيحجب الحديث منها القديم ويخفى معالمه عن الأنظار.

ومما لا شك فيه أن هذه العناصر بعهودها المختلفة تشكل تراثا متراكما له قيمته من وجهة النظر الأثرية والمعمارية والفنية.

يجد المرممون أنفسهم أمام معضلة من معضلات الترميم، فأى هذه العناصر يجب الإبقاء عليه وإظهاره، وايها يمكن التضحية به، خاصة إذا تعذر الحفاظ على آثار العهود جميعها !!. ولقد واجهت المسئولين فى العديد من البلدان ذات التراث الأثرى المعمارى الكثير من أمثال هذه المشكلات، التى تطلبت الدراسة المتأنية وتضافرت فيها جهود ذوى الخبرة من المتخصصين.. وقد يكون من المفيد أن نأتى بأمثلة منها، حتى نتبين الأسلوب الأمثل الذى يمكن إتباعه فى مثل هذه الحالات.

[١] واجهت المسئولين فى هيئة الآثار المصرية إبان مشروع إنقاذ معابد ومقاصير بلاد النوبة مشكلة الصور والنقوش الجدارية التى يرجع تاريخها إلى العصر القبطى المبكر، والتى كانت تحجب الكثير من النصوص والنقوش المصرية القديمة. ولقد كانت هذه المشكلة موضع موازنات دقيقة ودراسات مستفيضة إشترك فيها الكثير من الخبراء الذين أوفدتهم منظمة اليونسكو لهذا الغرض. وفى النهاية إتفقت الآراء على نزع هذه الصور والنقوش وإظهار ما تخفيه من نصوص ونقوش مصرية قديمة. وقامت مجموعة من الخبراء اليوغسلاف والمصريين بعملية النزع، وبذلك أمكن الحفاظ عليها، وهى الآن موجودة بالمتحف القبطى بالقاهرة.

[٢] واجهت المسئولين فى مديرية الآثار بسوريا مشكلة قلعة بصرى، وهى تقوم فوق المدرج الرومانى الذى يعد فى نظر علماء الآثار من أهم المدرجات الباقية في العالم وأكثرها إكتمالا. وقد تحول هذا المدرج منذ عهد مبكر إلى حصن ثم إلى قلعة إكتمل بناؤها فى القرنين الحادى عشر والثالث عشر، ولعبت دورا هاما فى تاريخ البلاد خلال الحروب الصليبية، وفى أيام الأيوبيين والمماليك. وتتألف أبنية القلعة من ثمانية أبراج تحيط بالمدرج وحولها خندق ومنشآت أقيمت فوق المدرجات تتألف من ثلاث طوابق من الأقبية، وفيها صهريج ومستودعات للمؤن وجامع. وكان قسم من هذه المنشآت فى حالة تصدع شديد، لا سيما الطوابق العليا.

وبقيت قضية هذا البناء معروضة على بساط البحث بغرض الوصول إلى حل مناسب يؤدى إلى الكشف عن المدرج الوحيد من نوعه فى العالم، والإبقاء على البناء العربى الإسلامى الذى لا يقل عنه أهمية. وقد توصل المسئولون إلى حل متوازن تقرر تنفيذه على أساس هدم المنشآت الأيوبية القائمة داخل القلعة، وهى بالرغم من قيمتها المعمارية والتاريخية تأتى فى الدرجة الثانية بالنسبة لمبانى القلعة التى تقرر الإبقاء عليها. ولقد كان حلا موفقا أدى إلى إظهار المدرج الرومانى كاملا والإبقاء على معالم القلعة الرئيسية التى ظلت تحيط به دون أن تنقص الأجزاء التى هدمت من قيمتها (٤ - ٣٢).

[٣] واجه المرممون الأسبان عند ترميمهم لقصر «فرديناندو إيزابيلا» والذى شيد فى القرن الخامس عشر، وكان قد تحول إلى ثكنة عسكرية، مشكلة حقيقية عندما إكتشفوا أن هذا القصر قد أقيم على أنقاض قصر عربى كان يسمى «الجعفرية» وقد ظهرت معالم جامع القصر، وهى على شكل مضلع مزين بالزخارف الجصية الثمينة. وكان إبراز هذا الجامع يتطلب هدم جانب من قاعات القصر الأسبانى. وقد إختار المسئولون بعد مناقشات وموازنات دقيقة التضحية بجانب من القصر، الذى يمثل فنون عصر النهضة فى سبيل إظهار الجامع الذى يمثل طرازا هندسيا فريدا فى نوعه (٤ - ٣٣).

• أطلال المبانى الأثريـــة

جرت العادة فى الماضى أن تقوم بعثات التنقيب بالكشف عن أطلال المبانى الأثرية بالإكتفاء بدراسة ما كشف عنه منها، ثـم تـركـها فـريسـة للإهمال إلى أن ترتدم من جديد. ولقد إنتبهت السلطات المسئولة عن الآثار إلى هذا فى السنوات الأخيرة وألزمت بعثات التنقيب بالحفاظ على أطلال المبانى الأثرية والعمل على صيانتها وترميمها.

والقـاعـدة الـعـامـة فى تـرمـيـم أطـلال المـبـانى الأثرية، هى صيانة ما هو موجود منها وتقويته. وبالرغم من ذلك إختلفت إتجاهات المرممين فى مدى إلتزامهم بهذه القاعدة. وعلى أية حال هناك أسلوبان لترميم أطلال المبانى الأثرية هما :

[١] تجميع العناصر المبعثرة

ويـهـدف هـذا الأسـلـوب إلى تجـمـيـع عناصر المبانى الأثرية بدراسة ما يعثر على الأرض منها وما وردمته الأيام من الأنـقـاض ومـواد الـبـناء والعمل على إعادته إلى ما كان عليه. وتقضى القواعد المعمول بها بالإكتفاء بإعادة بناء ما يمكن تجـمـيـعـه مـن عـنـاصـر المـبـنى، إذا ما تبين بالدراسة أن العناصر الذى أمكن تجميعها تشكل نسبة لا تقل عن ٥٠٪ من المـبـنـى، وإلا صـرف الـنظر عن عملية إعادة البناء. وقد إتفقت مدارس الترميم على إمكانية إستخدام مواد البناء الحديثة ضمن حدود ضيقة، وبالقدر الذى تفرضه عملية التجميع وربط العناصر، وبحيث لا تغلب صفة الحداثة على البناء.

[٢] إقامة المبانى المتهدمة

يـتـفـق عـلـمـاء الآثـار على إعـادة بناء المبانى الأثرية المتهدمة، إذا ما توفرت للمرممين الوثائق التى تمكنهم من إقامة المبانى دون إستحداث لعناصر لم تكن موجودة ودون طمس لخصائص المبنى.

وفى الحـالات الـتـى يـتعذر فيها الحصول على وثائق كافية ، فقد جرت العادة على صيانة أطلال المبانى وتقويتها ثم تركها فى أمـاكـنـهـا وتجميل المنطقة من حولها أو تحويلها إلى متحف مكشوف. أما الوحدات ذات الدلالة الأثرية والحضارية والعناصر الزخرفية التى يخشى عليها من الإندثار فى الجو المكشوف، فتنقل إلى المتاحف حتى يمكن صيانتها والحفاظ عليها.

الفصـــــل الثـــالث
طرق ترميم المبانى الأثرية والتاريخية

تختلف طرق ترميم المبانى الأثرية والتاريخية فى تطبيقاتها إختلافا كبيرا، حسب طبيعة المبنى، فترميم الأجزاء المسقوفة غير الأجزاء المكشوفة، ولهذا فإن أعمال الترميم يجب أن تتم على أساس دراسة مستفيضة لطبيعة كل حالة والظروف التى تتعرض لها أو تقع تحت تأثيرها. وسوف نتناول طرق الترميم بالتطبيق على المبانى الحجرية لتنوع مشاكلها، محاولين قدر الإمكان إستيعاب هذا الموضوع الكبير مع التركيز على الجوانب العملية.

أولا : إستخلاص الأملاح

قبل البدء فى استخلاص الأملاح يجب مراعاة الإعتبارات الآتية :ـ

(١) عزل الأساسات عن التربة والحيلولة دون وصول مياه الرشح والنشع إليها.

(٢) الكتل الحجرية المشبعة بالأملاح ، والتى لا تسمح حالتها بالعلاج ، إذا وجدت فى درجات ثابتة من الحرارة والرطوبة النسبية، فلا خوف من تفاقم حالتها، حيث تكون الأملاح قد تبلورت واكتسبت نوعا من الثبات والتوازن مع الظروف الغير متغيرة المحيطة بها.. والواجب فى هذه الحالة هو المحافظة على ثبات الحرارة والرطوبة النسبية فى الأجواء المحيطة بها (٥ - ١٩٤).

(٣) تقوى الكتل الحجرية الضعيفة قبل استخلاص الأملاح بمواد لا تسد مسامها . ومن أفضل المواد التى يمكن إستخدامها فى هذا الغرض محلول النيتروسليولوز فى الأسيتون أو محلول الكلاتون (Calaton) الذائب فى الكحول الإثيلى الساخن ٩٠٪ .

(٤) تزال الأملاح من السطوح الغير منقوشة والغير ملونة، وإذا لم يتيسر ذلك تثبت الألوان قبل البدء فى استخلاص الأملاح بالمحاليل التى لا تسد مسام الأحجار.

(٥) يستخلص ما قد يكون متبلورا على سطح الكتل الحجرية من أملاح يدويا باستخدام فرشاة ناعمة وجافة أو بأداة صغيرة، إذا كانت الحالة تسمح بذلك.

• طرق إستخلاص الأمـــلاح

الأملاح التى تذوب فى الماء

[١] طريقة الحمامات المائية

توضع الكتل الحجرية التى تحتوى على الأملاح بعد تقويتها وتثبيت ألوانها فى أحواض تجهز خصيصا لهذا الغرض بطريقة

يسهل معها تصريف الماء عندما يراد تغييره، ثم تغطى بالماء العذب وتبقى به إلى أن يستخلص ما بها من أملاح تماما.. ويتعين تغيير الماء من وقت لآخر إلى أن يثبت أن الماء أصبح خاليا هو الآخر من الأملاح التى كانت مختزنة بالكتل الحجرية. ويمكن الكشف عن وجود الأملاح بإضافة محلول من نترات الفضة فى وجود حمض النيتريك إلى قليل من ماء الغسيل.. وعندما يتكون راسب أبيض، فإن ذلك يدل على وجود الأملاح. ويجب أن يؤخذ في الإعتبار عند الكشف عن الأملاح أن مياه الشرب تحتوى على الكلور، ولهذا تؤخذ كمية متساوية من مياه الشرب ويضاف إليها نفس الكمية من نترات الفضة وحمض النيتريك، وذلك بغرض المقارنة وحتى يمكن التيقن من وجود الأملاح.

أما فى حالة الكتل الحجرية المثبتة بالجدران، فتغسل إذا كانت حالتها تسمح بذلك باستخدام خراطيم المياه وتحك سطوحها بفرشاة ناعمة، ثم تترك لتجف وإلى أن تتحرك كمية أخرى من الأملاح من داخل الكتل الحجرية إلى السطوح الخارجية ثم تغسل ثانية، وهكذا إلى أن يتم إستخلاص الأملاح تماما.

[٢] طريقة الكمادات

تتبع هذه الطريقة فى الحالات التى يراد فيها إستخلاص الأملاح من خلال السطوح الغير ملونة، ودون تعريض الأجزاء الملونة لتأثير المياه، أو فى الحالات التى يكون مطلوبا فيها استخلاص الأملاح من بعض الكتل الحجرية دون غيرها، أو فى حالة الكشف عن مبانى فى مناطق غير مزودة بمصادر المياه النقية.

وتتلخص هذه الطريقة فى الخطوات الآتية :

(أ) تحضر عجينة من ورق النشاف ، وذلك بغلى قصاصات من الورق فى ماء عذب حتى يتم إستحلابها، أو تحضر عجينة من الطين والرمل بنسبة ١ : ٤ بعد استخلاص ما بهما من أملاح بالغسيل.

(ب) تغطى الأماكن المراد استخلاص الأملاح منها بكمادات من هذه العجائن. وينتظر إلى أن تجف وإلى أن تتبلور على سطوحها الأملاح التى تحركت إليها من داخل الكتل الحجرية بخاصية الضغط الأزموزى.

(جـ) تستبدل الكمادات من وقت لآخر، ويستمر العمل بهذه الكيفية إلى أن يتم استخلاص الأملاح تماما، وإلى أن تصبح الكمادات هى الأخرى خالية من الأملاح التى تتحرك إليها من داخل الكتل الحجرية.

ويمكن الكشف عن الأملاح بتقليب جزء من الكمادات بعد إزالتها مع قليل من الماء العذب ، ثم يضاف إلى الماء بعد ترشيحه قليل من نترات الفضة فى وجود نقطة من حمض النيتريك. وتكون راسب أبيض يدل على وجود الأملاح.

الأملاح التى لا تذوب فى الماء

يتكون فى بعض الأحيان على سطوح جدران المبانى الأثرية والتاريخية، التى تغطيها طبقة من ملاط الجبس أو الجير، قشرة صلبة ومتماسكة لا تذوب فى الماء من كبريتات الكالسيوم المائية (الجبس) أو من كربونات الكالسيوم (الجير). وتتسبب هذه القشرة فى حجب الكتابات والنقوش وربما فى إتلافها، إذا كانت الظروف مهيأة لتبلور هذه الأملاح.

وتتكون هذه الطبقة ، كما أثبتت الدراسات ، بسبب تعرض المبانى للهواء الجوى المحمل بكمية كبيرة من الرطوبة. ولوجود غاز ثانى أكسيد الكربون فى الجو، يتكون محلول مخفف من حمض الكربونيك، الذى يذيب كمية صغيرة من مونة أو ملاط الجير ويحملها معه إلى السطوح الخارجية. وعند جفاف المحلول، فإن الجزء الذى يحمله ذائبا من الجير يترسب على هذه السطوح ويلتصق بها جيدا مكونا هذه القشرة التى تشوه الجدران وتخفى معالم ما عليها من نقوش وكتابات. أما مونة أو ملاط الجبس، فإنها عندما تتواجد لمدد طويلة فى ظروف جوية تزيد فيها نسبة الرطوبة إلى الحد الذى تتكثف عنده إلى ماء حر، فإن جزءا صغيرا منها يذوب فى الماء الناتج عن الرطوبة. وبطبيعة الحال فإن هذا الماء يحمل الجزء الصغير الذائب من الجبس إلى السطوح الخارجية.. وعندما يجفف المحلول فإنه يرسب حمله على هيئة تزهر (Efflorescence) ملحى يلتصق بالأسطح الخارجية للجدران وبمضى الوقت تتكون طبقة صلبة لا تذوب فى الماء تتسبب فى تشويه منظر الجدران وإخفاء معالم نقوشها .

[١] إزالة كربونات الكالسيوم

يستخدم فى إزالة كربونات الكالسيوم التى تتكون على أسطح الكتل الحجرية، للأسباب السابق بيانها، محلول مخفف من حمض الهيدروكلوريك نسبته ٥٪، وذلك بالطريقة الآتية :ـ

(أ) تنظف أسطح الكتل الحجرية جيدا باستخدام فرشاة ناعمة .

(ب) تبلل السطوح بمحلول حمض الهيدروكلوريك وينتظر حتى يتم التفاعل. ومن الضرورى إستخدام أقل قدر ممكن من هذا الحمض وأن يبدأ العمل فى مساحة صغيرة، ثم ينتقل بعدها إلى مساحة أخرى، وهكذا إلى أن يتم العمل جميعه .

(جـ) تزال كربونات الكالسيوم بعد أن تلين يدويا ، باستخدام مشرط غير حاد أو غير ذلك من الأدوات المناسبة .

(د) بعد إزالة كربونات الكالسيوم تغسل الأماكن المعالجة جيدا بالماء للتخلص من آثار حمض الهيدروكلوريك، ويمكن الكشف عن ذلك بمحلول نترات الفضة .

ويتعين على القائمين بالعمل عدم إستخدام الأحماض بإفراط فى حالة الحجر الجيرى والحجر الرملى الذى يحتوى على الجير كمادة رابطة لحبيباته .. وفى حالة الضرورة القصوى تستخدم الأحماض محليا على أن يوقف إستخدامها بالقرب من سطح الكتل الحجرية .

[٢] إزالة كبريتات الكالسيوم

يستخدم فى إزالة كبريتات الكالسيوم، بنفس الطريقة السابقة، محلول من ثيوكبريتات الصوديوم نسبته ١٠٪ مع الماء أو محلول من كربونات الأمونيوم نسبته ١٠٪ مع الماء كذلك. وفى هذه الحالة يجب غسل الأماكن المعالجة جيدا بالماء للتخلص من آثار المواد الكيميائية المستخدمة .

وفى الآونة الأخيرة استخدمت طرق جديدة لإزالة كبريتات الكالسيوم. وتتأسس هذه الطرق على أن كبريتات الكالسيوم تحتوى على جزئين من ماء التبلور، وأنها إذا فقدت هذا الماء بالتسخين فإنها تتحول إلى مادة هشة يمكن إزالتها بالطرق اليدوية. وفى هذه الحالة يجب عدم استخدام درجات حرارة عالية، وبخاصة فى حالة الحجر الجيرى، وذلك لاحتمال تحوله إلى جير حى .

أمثلـــة تطبيقيـــة

[١] مشروع إستخلاص الأملاح من جدران وأعمدة معبد الكرنك بالأقصر

تعتبر الدراسات التى قام بها المعمل الكيميائي بمصلحة الآثار المصرية تحت إشراف الدكتور زكى اسكندر لاستخلاص الأملاح من جدران وأعمدة معبد الكرنك أنموذجا متكاملا لمشاكل الأملاح وطريقة علاجها.

ولقد احتوت جدران معبد الكرنك وأعمدته على نسبة كبيرة من الأملاح التى تسببت فى تفتت سطوح الكتل الحجرية، وخاصة الأبنية الجرانيتية، نتيجة للضغوط الموضعية التى تصاحب تبلور الأملاح عند جفاف محاليلها. وبالإضافة إلى ذلك، فإن هذه الأملاح تتميع على أسطح الجدران والأعمدة وتتجمع عليها الأتربة والأوساخ وتنمو عليها الطحالب والنباتات الطفيلية، ويتسبب كل ذلك بطبيعة الحال فى تشويه الجدران وتعريضها للتلف. ومن ناحية أخرى ثبت أن هذه الأملاح محببة للطيور، ولذلك فهى تنقر المناطق المتميعة وتتغذى على الأملاح فيها، مما يؤدى إلى تفتت السطوح وضياع جزء كبير من النقوش والكتابات.

ولقد أثبتت التحاليل الكيميائية أن هذه الأملاح من النوع الذى يذوب فى الماء، وأنها تتكون من الكلوريدات والنترات. وعلى هذا الأساس أجريت بعض التجارب لاستخلاصها بطريقتى الكمادات والغسيل بالماء. وقد أختيرت لإجراء التجارب بعض المواضع روعى فى إختيارها أن تكون تمثيلا سليما لواقع المشكلة.. وعلى سبيل المثال فقد أختيرت بعض المواضع بالقرب من سطح الارض، والبعض الآخر فى منتصف الجدران والأعمدة، وكذلك فى أعلاها. وقد أعطت هذه التجارب النتائج المطلوبة، حيث تم إستخلاص الأملاح، غير أنه عند فحص المواضع التى تم علاجها بعد سنة واحدة من تاريخ إجراء التجارب ثبت أن الأملاح قد عادت إليها ثانية. وقد كان هذا دليلا كافيا على أن الأملاح تسير فى دائرة متصلة من الأرض إلى الأعمدة والجدران. ولإثبات ذلك تم تحليل عينة من مياه البحيرة المقدسة بالمعبد، والتى تجمعت من مياه الرشح فثبت أنها تحتوى على نفس الأملاح الموجودة بالجدران والأعمدة وعلى هذا الأساس وضع برنامج العمل على النحو التالى :ـ

(١) خفض منسوب المياه السطحية (مياه الرشح والنشع) فى أرضية المعبد عن طريق شبكة من المصارف المغطاه تنتهى إلى البحيرة المقدسة.

(٢) ضخ مياه البحيرة المقدسة دوريا لخفض مستوى المياه فيها عن منسوب مياه الرشح والنشع بأرضية المعبد، وبذلك تتوجه مياه الرشح والنشع المحملة بالأملاح إليها، وذلك عن طريق المصارف المغطاة.

(٣) غسل أرضية المعبد لاستخلاص الأملاح منها.

(٤) غسل الجدران والأعمدة لاستخلاص الأملاح منها.

ولعله من المفيد ونحن فى صدد الحديث عن هذه المشكلة أن نذكر أنه فى مرحلة من مراحل الدراسة الخاصة بالمشروع رؤى

زراعة المعابد بنباتات من النوع الذى ينمو فى تربة ملحة. وقد تم فعلا زراعة هذه النباتات حول البحيرة المقدسة، غير أن هذه الطريقة لم تعط النتائج المرجوة وصرف النظر عنها.

(٢) مقبرة نفرتارى بالقرنــة

أعطت مقبرة نفرتارى منذ إكتشافها مثالا متكاملا لما يمكن أن تكون عليه مشاكل الأملاح، لا من حيث الأضرار التى تنجم عنها فقط، بل من حيث صعوبة علاجها كذلك. وللآن مازالت المشكلة قائمة دون التوصل إلى حل نهائي لها، بالرغم من أن هذه المقبرة قد أثارت إهتمام الكثيرين ممن عملوا فى حقل الصيانة والترميم من مصريين وأجانب. وكل ما أمكن القيام به حتى وقتنا هذا هو مجموعة من التجارب لم تشكل نتائجها خطة عمل متكاملة ومضمونة النتائج.

ملخص بالدراسات وأعمال الترميم

التى أجريت بالمقبرة

كشف عن المقبرة العالم الإيطالى مسكيا باريللى عام ١٩٠٤ ميلادية، وجاء فى تقريره عن ظروف كشفها أن الرديم كان يملأ مدخلها والصالة الأولى حتى كاد يلامس سقفها، أما حجراتها الأخرى فقد غطت أرضيتها طبقة مستوية من رواسب مياه الأمطار (Silt) التى تسربت إلى داخلها. وقد قام الأستاذ فابرينسيو لوكارينى المرمم المرافق للبعثة أمام هذه الظروف بعمل صيانة سريعة حتمتها ما كانت عليه ظروف المقبرة من سوء. وقد جاء فى وصف «مسكياباريللى» أن غرفة التابوت كانت فى حالة سيئة جدا، حيث غطت أرضيتها ما سقط من الحوائط من نقوش، كما ذكر أن نقوش جدران إحدى الحجرات الداخلية كانت قد سقطت عن آخرها تقريبا قبل الكشف عن المقبرة.

وفى أكتوبر من عام ١٩٥٨ قامت لجنة مشكلة من :ـ

الدكتور سيزار براندى

الدكتور زكى اسكندر

الدكتور فيلبيا ماخو

الدكتور منير مالطى

بمعاينة المقبرة ودراسة حالتها وانتهت إلى القول بما يأتى :ـ

(أ) الرطوبة النسبية داخل المقبرة أقل كثيرا عنها فى خارج المقبرة.

(ب) لوحظت آثار تسرب مياه الأمطار إلى داخل المقبرة على جدران وسقف المدخل، غير أن النقوش بالمدخل كانت فى حالة أفضل منها بالغرف الداخلية.

(جـ) توجد فوق الهضبة الصخرية المنحوتة فيها المقبرة طبقة من رواسب الأمطار (Silt)، كما يوجد بها شروخ تسمح بتسرب الرطوبة والمحاليل المحتوية على الأملاح إلى داخل المقبرة. ومما يساعد على تجمع مياه الأمطار فوق سقف المقبرة غير السميك نسبيا، وجودها فى مكان منخفض عن المرتفعات الصخرية المحيطة بها.

(د) تبين أن تسرب المياه على هيئة مطر أو رطوبة نسبية مرتفعة من خارج المقبرة إلى داخلها من خلال الشقوق والمسام

الموجودة بالصخر أعلى السقف قد حمل الأملاح معه .. وقد ساعد الجو الجاف نسبيا داخل المقبرة على تبلور الأملاح بداخلها خلف طبقات الملاط المنقوشة أو خلالها، مما أدى إلى تساقطها وتفتتها .

هذا وقد تقدم فى وقت لاحق الدكتور سيزار براندى بتقرير مبدئي منفصل ذكر فيه: «والآن نستطيع أن نتأكد أن سبب التلف فى الماضى والحاضر يرجع إلى الرطوبة الناتجة عن رشح مياه الأمطار. ويساعد موقع المقبرة على رشح مياه الأمطار النادرة الحدوث، والتى تتراكم بين ثنايا الصخور المنحدرة المجاورة» .

وفى أبريل من عام ١٩٧٠ قامت لجنة مشكلة من :ـ

الدكتور هارولد جيمس بلندرليث

الدكتور باولو مورا

الدكتور جيورجيو توراكا

الدكتور ج . دى . جويش

بمعاينة المقبرة ودراسة حالتها وانتهت إلى القول بما يأتى :ـ

أسباب تلف المقبرة

وهـــى :

- تسرب مياه الأمطار المحملة بالأملاح من خلال الشروخ الموجودة بالصخور أعلى سقف المقبرة إلى الداخل.
- نمو بللورات ملح كلوريد الصوديوم خلف وخلال طبقة ملاط الحوائط المنقوشة والمصورة، مما أدى إلى إنفصالها عن الجدران وتفتتها .
- حدوث تحول طورى فى معدن الجبس المكون لأرضية الصور والنقوش بفعل الجفاف، حيث تحول الجبس (كبريتات الكالسيوم المائية) إلى الطور المسمى بالأنهيدريت (كبريتات الكالسيوم اللامائية). وقد أدى هذا التحول الطورى إلى حدوث إنفصال فى أرضية النقوش تسبب فى تشرخها .

صيانة المقبرة

وقد أوصت اللجنة بما يأتى :

- حقن الطبقة الصخرية الواقعة فوق سقف المقبرة لسد ما بها من شروخ، ومن ثم يمكن منع تسرب مياه الأمطار المحملة بالأملاح إلى الداخل .
- غلق المقبرة ومنع زيارتها، حتى يمكن المحافظة على ثبات الرطوبة النسبية فى جو المقبرة، وبذلك يمكن تفادى تنشيط الأملاح المتبلورة .
- ربط النقوش والصور الآيلة للسقوط بجدران المقبرة وتقويتها، حتى يمكن الحفاظ عليها حتى البدء فى عمليات إنقاذ المقبرة .

ترميم المقـــبرة

أوصت اللجنة بنزع الصور والنقوش وتثبيتها على حوامل جديدة غير منفذة لمحاليل الأملاح وإعادة تثبيتها على الجدران، بعد ترك فراغ يفصل بينهما و يضمن عدم وصول محاليل الأملاح إليها .

وفى فبراير من عام ١٩٧٨ قامت لجنة مشكلة من خبراء هيئة الآثار المصرية ومن كل من :ــ

الدكتور هارولد جيمس بلندرليث

الدكتور باولو مورا

الدكتور جيورجيو توراكا

الدكتور باول شفارتز بوم

وانتهت اللجنة إلى القول بما يأتى :ــ

الدراسات العلمية المطلوب إنجازها

وهــــــي :

- تقييم الظروف الخاصة بالمقبرة مع المقارنة بالمقابر الأخرى من حيث الحرارة والرطوبة، ودراسة معدل نمو الأملاح طبقا للمتغيرات الجوية .
- الحصول على البيانات الجيولوجية الخاصة بالمنطقة مع التركيز على المنطقة المحيطة بالمقبرة .
- الحصول على البيانات المناخية ومواسم سقوط الأمطار والسيول فى الفترة التى تلت إكتشاف المقبرة فى عام ١٩٠٤ وحتى الآن .
- عمل التجارب على مواد العلاج والترميم قبل تطبيقها على المقبرة .
- إعادة تسجيل وتصوير المقبرة مع التركيز على النواحى التى تخدم أغراض العلاج والترميم .

العـــلاج والترميم

- رأت اللجنة ضرورة الإسراع بعلاج وترميم طبقة النقوش الآيلة للسقوط على جانبى المدخل وفى الحائط المواجه للداخل إلى الصالة السفلى من المقبرة، وبعض الأماكن بالسقف. وأشارت اللجنة بإجراء تجارب صلاحية لمواد العلاج والترميم قبل البدء فى العمل .
- ترك الأجزاء الأخرى لحين إتمام الدراسات المطلوبة، خاصة وأن حالتها تسمح بالإنتظار .

وفى نهاية تناولنا لمشكلة مقبرة نفرتارى ، أود أن أشير إلى عمليات الترميم التى أجريت بالمقبرة، وهى :ــ

- فى عام ١٩٣٧ لصقت بعض طبقات النقوش التى انفصلت عن الأعمدة بالأسمنت .

- فى عام ١٩٥٢ نزعت قطعة من النقوش وأعيد تثبيتها على لوحة من الخشب، أعيدت إلى مكانها بالجدار. ولقد تأثرت ألوان النقوش المنزوعة بدرجة كبيرة باعدت بينها وبين الألوان الأصلية .
- فى عام ١٩٥٦ قام المعمل الكيميائي بمصلحة الآثار بالإشتراك مع قسم الترميم بنزع جزء آخر من النقوش وثبت على حامل جديد من الحجر الصناعى، ثم أعيد إلى مكانه بالجدار مع ترك فراغ يفصل بينهما. ولقد تأثرت ألوان النقوش المنزوعة وتغير مظهرها كثيرا .
- فى عام ١٩٦٧ ، وبعد الخبرة التى اكتسبت فى عمليات نقل الصور والنقوش الجدارية القبطية من معابد ومقاصير بلاد النوبة، نزع جزء آخر من النقوش وثبت على حامل من راتنج الأرالديت المخلوط بالرمل والكاولين، ثم أعيد إلى مكانه بالجدار مع ترك فراغ بينهما .
- بعض أعمال الترميم التى أجريت على فترات متباعدة، ومنها حقن بعض الأجزاء المنفصلة عن الجدار بالجبس وربط بعض القشور بقماش الشاش .

هذا وقد عاينت اللجان التى شكلت لدراسة المقبرة هذه الأعمال ورأت أن التجربة التى أجريت فى عام ١٩٦٧ يمكن بعد تحسينها أن تكون وسيلة لترميم المقبرة. ونوهت اللجان كذلك إلى أن الأجزاء التى جرى ترميمها قد أصبحت أسوأ حالا من تلك التى لم تمتد إليها يد بالترميم وهذا دليل على مدى التلف الذى يصيب الآثار من جراء أعمال الترميم الغير مدروسة .

ثانيا : عمليات التنظيف

فى حالات كثيرة تتراكم الأتربة والأوساخ على أسطح الكتل الحجرية وتتداخل في مسامها .. وفى حالات أخرى تغطى الأحجار طبقة من السناج، نتيجة لاتخاذ المبانى الأثرية والتاريخية مساكن فى أزمنة سابقة، كما أنه يحدث أن تتبقع بالشحوم والزيوت، أو تغطى بالطحالب التى تنمو عليها إذا وجدت فى أجواء رطبة، أو يبنى عليها النحل البرى عشوشا له. ومن الطبيعى أن يؤدى كل هذا إلى تشويه مظهرها وحجب ما قد يكون عليها من نقوش وكتابات.

ولتنظيف الكتل الحجرية يمكن إتباع الطرق الآتية :ـــ

تنظيف الأتربة والأوســـــاخ

يستخدم فى تنظيف الأتربة والأوساخ الماء المضاف إليه قليل من صابون لا يحتوى على نسبة عالية من القلويات، وكذلك قليل من النوشادر بالنسب الآتية :

١٠٠ جم من الصابون

١٠٠٠ سم٣ من الماء

١٠٠ سم٣ من النوشادر

ويتعين إزالة آثار الصابون والنوشادر بعد التنظيف بالماء العذب .

تنظيف البقــــع

[١] بقع الســــناج

تغسل بالماء المضاف إليه الصابون والنوشادر بالنسبة الآتية :

١٠٠٠ سم٣ من الماء
١٠٠ جم من الصابون
٢٠ سم٣ من النوشادر

ويزال الجزء المتبقى بعد الغسيل باستخدام محلول مخفف من الكلورامين ت، المحضر حديثا بنسبة ٢٪ مع الماء. ويتعين إزالة آثار الكلورامين ت بالماء العذب، بعد إزالة البقع

[٢] بقع الحــــبر

يتسخدم فى تنظيف بقع الحبر محلول مخفف من الكلورامين ت ، نسبته ٢٪ مع الماء .. أما آثار البقع التى تبقى بعد ذلك، فتنظف بفوق اكسيد الهيدروجين (ماء الأكسيجين) ٢٠ حجم .. ويتعين غسل الأماكن المعالجة جيدا بالماء العذب بعد إتمام عملية التنظيف. وإذا لم يزل الحبر تماما، فتعالج آثاره بمحلول ساخن مركز من أوكسالات الأمونيوم .

[٣] بقع الزيوت والشــــحوم

تنظف بقع الزيوت والشحوم، إما باستخدام البيريدين أو باستخدام مزيج مكون من النوشادر والبنزين والكحول بنسب متساوية. ويتعين غسل أماكن البقع جيدا بالماء العذب. ولإزالة بقع الزيوت والشحوم من الأحجار الغير مسامية يمكن إستخدام المحاليل الآتية:

- المحلول الأول ويتكون من :

١٠٠ سم٣ كحول إثيلى نقى
١٠٠ سم٣ إثير
١٠ سم٣ زيت خروع

- المحلول الثانى ويتكون من :

٢٠٠ سم٣ أسيتون
١٠٠ سم٣ خلات الأميل
١٥ سم٣ زيت خروع

ويضاف إلى أى من المحلولين كمية مناسبة من محلول مركز من خلات الفنيل المبلمرة الذائبة في الأسيتون حتى يتكون محلول لزج. وتضاف خلات الفنيل المبلمرة إلى محاليل التنظيف على أساس أنها عندما تتجمد تكون قشرة يسهل إزالتها ومعها الزيوت والشحوم

[٤] تنظيف الأحجار من الطحالب والبقع الناتجة عنها

تقتل الطحالب أولا باستخدام الفورمالين، ثم تنظف البقع باستخدام محلول مخفف من النوشادر.

[٥] عشوش النحل البرى وغيره من الحشرات :

تزال عشوش النحل البرى يدويا باستخدام الأزاميل الدقيقة أو غيرها من الأدوات المناسبة، ثم تنظف آثارها بالماء أو بالماء والكحول أو بالماء والنوشادر.

وقد قام المعمل الكيميائى بهيئة الآثار المصرية بتنظيف جدران كل من معبدى إدفو ودندرة من عشوش النحل البرى بهذه الطريقة .

ثالثا : عمليات التقوية

حتى تتم أعمال التقوية على الوجه السليم يتعين على القائمين بالعمل مراعاة الأمور الآتية :

(١) إزالة الأملاح قبل البدء فى عملية التقوية .

(٢) إستخدام محاليل التقوية بالنسب التى تكفل لها النفاذ إلى أقصى عمق ممكن داخل الكتل الحجرية، حتى يمكن تفادى تكون قشرة سطحية لها خواص طبيعية (معامل التمدد والإنكماش) مخالفة للخواص الطبيعية للطبقة التى تقع تحتها، مما يؤدى إلى إنفصالها عند تعرضها لتفاوت كبير فى درجات الحرارة. ومن ناحية أخرى فإن تمدد الهواء المحبوس داخل المسام أسفل القشرة السطحية سوف يدفعها عند تمدده بالحرارة، مالم تكن لها القوة الكافية لمعادلة الضغط المصاحب لتمدد الهواء. ولهذا السبب وفى الحالات التى لا تسمح فيها مسامية الأحجار بنفاذ محاليل التقوية إلى عمق كبير، يجب إستخدام محاليل مواد تسمح بنفاذ الهواء عند تمدده. ومن أمثلة هذه المواد محلول خلات الفنيل المبلمرة ومحلول الكالاتون (Calaton) الذائب فى الكحول الإثيلى الساخن.

(٣) إستخدام محاليل التقوية بنسب تركيز لا تتسبب فى لمعان وتغير لون الأحجار المعالجة. ولعل من أفضل المواد التى يمكن إستخدامها محلول الكلاتون فى الكحول الإثيلى الساخن

(٤) القيام بعملية التقوية على مراحل، ويجب البدء بمحاليل مخففة، وبعد جفافها تستخدم محاليل أكبر تركيزا، وهكذا إلى أن تتم عملية التقوية.

(٥) القيام بعملية التقوية فى جو معتدل ، حيث أن سرعة تطاير المذيبات العضوية سوف تتسبب فى تغير نسب المحاليل، كما أنها تؤدى إلى تراكم مواد التقوية على أسطح الكتل الحجرية .

(٦) إضافة قليل من الرمل أو غيره من المواد المالئة إلى اللدائن الصناعية من فصائل الإيبوكسى وما يشابها، حتى يمكن

التقليل من إنكماشها عند التصلب إلى أقصى قدر ممكن .

(٧) الإقتصار على إستعمال لدائن الإيبوكسى واللدائن المشابهة فى تقوية الأحجار من الداخل بعيد عن السطوح .

(٨) إزالة اللدائن الصناعية التى تسيل على أسطح الكتل الحجرية قبل تصلبها باستعمال قطعة من القطن ملفوفة بقماش الشاش ومبللة بالأسيتون .

(٩) عدم الإفراط فى استخدام اللدائن الصناعية فى تقوية الكتل الحجرية المعرضة للشمس، والإقتصار فى استخدامها على الحالات الضرورية .

• طـــرق التقويـــــة

[١] الإسقــــــاء

تسقى الكتل الحجرية بمحاليل المواد المقوية، إما باستخدام فرشاة ناعمة ومناسبة الحجم أو باستخدام مسدس رش مناسب القوة. وفى الواقع فإن درجة مسامية الأحجار سوف تتحكم في إختيار مواد التقوية ونسب تركيزها، بل سوف تتحكم فى طريقة العمل ذاتها.

وبصفة عامة فإنه يمكن إستخدام محاليل المواد الآتية :ــ

(أ) لدائن خلات الفنيل المبلمرة الذائبة بنسبة من ٣ إلى ٧٪ فى مزيج من المذيبات العضوية يتكون من الأسيتون والطولوين وخلات الأميل والكحول الإيثلي.

(ب) راتنج البيداكريل الذائب بنسبة تتراوح من ٣ إلى ٧٪ فى مزيج من المذيبات العضوية يتكون من الأسيتون والطولوين والبنزول والكحول الإثيلى.

(جـ) محلول البارا لويد بنسبة تتراوح من ٣ إلى ٧٪ فى مزيج من المذيبات العضوية يتكون من الأسيتون والطولوين والبنزول والكحول الإثيلى .

(د) مستحلب خلات الفنيل المبلمرة (الفينافيل) المخفف بالماء بنسبة ٤:١ أو ٥:١ أو ٦:١ بالحجم .

(هـ) الأرالديت ٣٣٥ ، ١٠١ ، ١٠٢ بعد تخفيفه إلى النسبة الملائمة بمزيج من المذيبات العضوية مكون من الأسيتون والطولوين .

(و) محلول النايلون القابل للذوبان (الكالاتون) فى الكحول الإثيلى المضاف إليه الماء بنسبة ١٠٪ .

[٢] الحقـــــن (Injection)

تتم عملية التقوية بطريقة الحقن من خلال الشقوق والشروخ والفجوات الموجودة بالكتل الحجرية. وفي حالة عدم وجود مثل هذه المنافذ تجهز للتقوية ثقوب رفيعة، ويفضل أن تكون بعيدة عن النقوش والكتابات، كما يفضل أن تتم عملية الحقن من السطوح الغير منقوشة إذا كان هذا ميسرا. ويستخدم فى التقوية محاليل المواد السابق ذكرها. ويتعين إزالة ما ينشع منها على السطوح فورا باستخدام قطعة من القطن مبللة بالأسيتون وملفوفة بقماش الشاش .

[٣] التقوية باستخدام أسياخ من الحديد

وتتبع هذه الطريقة في حالة وجود شروخ كبيرة يخشى أن تتسبب في إنفصال أجزاء الكتل الحجرية. وتتلخص هذه

الطريقة في ربط الشروخ بأسياخ من الحديد، ويفضل الغير قابل للصدأ، تثبت بأحد اللدائن الصناعية القوية، مثل لدائن الإيبوكسى مخلوطا بمسحوق الحجر الذى يجرى ترميمه، وذلك في ثقوب تعمل خصيصا لهذا الغرض بواسطة مثقاب يدوى أو آلي .

مثال تطبيقى :

تقوية أحجار معبدى أبو سمبل

لعل أفضل الأمثلة التى يمكن سياقها للتدليل على صلاحية طرق التقوية السابق ذكرها والمواد التى استخدمت فيها، والتى برزت فيه مشاكل التطبيق العملى على أوسع نطاق، هو تقوية أحجار معبدى أبو سمبل أثناء عملية الإنقاذ. وقد تمت أعمال التقوية على النحو التالى :-

[١] تقوية الواجهـــات

لما كانت الواجهات في جو بلاد النوبة الشديد الحرارة تتعرض لتفاوت كبير في درجات الحرارة والرطوبة أثناء ساعات الليل والنهار وفى فصول السنة المختلفة، وحيث أن تقويتها بالإسقاء بمحاليل اللدائن الصناعية سوف ينتج عنه تكون قشرة سطحية ذات خواص طبيعية مختلفة، وخاصة في الأماكن التى لا تسمح درجة مساميتها بنفاذ محاليل التقوية إلى عمق كبير داخل الكتل الحجرية، تتعرض لاحتمال إنفصالها مع مرور الزمن ومع إستمرار التعرض للتفاوت الكبير فى درجات الحرارة. وحيث أن معبدى أبو سمبل قد نحتا فى هضبة من الحجر الرملى النوبي الذى يحتوى ضمن ما يحتويه على مركبات الحديد، مما ينتج عنه تكون قشرة صلبة من نواتج الأكسدة هيأت حماية طبيعية لأحجار الواجهات، فإن عمليات التقوية قد سارت على النحو التالى:-

(أ) قويت القشرة الصلبة فى الاماكن الضعيفة فقط، وهى قليلة جدا، بحقنها من الخلف باللدائن الصناعية وربطت أطرافها السائبة وسد ما بها من شقوق وفجوات بمونة تماثل فى لونها لون الأحجار مكونة من الرمل المغسول والجير المطفأ حديثا الخالى من الأملاح مع إضافة بعض الكاولين.

(ب) قويت الأماكن الضعيفة التى انفصلت عنها القشرة الصلبة، وبخاصة الأجزاء السفلى من الواجهة التى تعرضت لمدد طويلة لتأثير المياه والأملاح التى كانت تصل إليها وقت فيضان النيل، بمحاليل اللدائن الصناعية من أمثال خلات الفنيل المبلمرة والبيداكريل والبارالويد، وذلك بنسب تراوحت من ٣ إلى ٥٪ مع مزيج من المذيبات العضوية مكون من الأسيتون والطولوين وخلات الأميل والبنزول والكحول الإثيلى، وذلك عن طريق الحقن من الداخل .

وفي صدد الحديث عن تقوية الواجهات، أود أن أنوه أن مسامية الأحجار في الأجزاء السفلى من الواجهة قد ساعدت

كثيرا فى أعمال التقوية، مما جعل استخدام محاليل اللدائن الصناعية في عمليات التقوية السطحية، رغم أنه محل نقد الكثيرين، أمرا ممكنا وذلك لإمكانية نفاذ المحاليل إلى عمق كاف ومأمون داخل الكتل الحجرية .

[٢] تقوية الكتل الحجريـــة

من المعروف أن معبدى أبو سمبل قد نحتا في هضبة من الحجر الرملى النوبى، التى تحتوى بطبيعتها على كثير من الفلوق والشروخ والعروق الترابية، وكان لابد بعد فصل المعبدين عن الهضبة على هيئة كتل حجرية بها الكثير من العيوب الطبيعية، شأنها في ذلك شأن صخور الهضبة، من تقوية الكتل الحجرية قبل عملية الرفع والنقل وقد تمت أعمال التقوية على النحو التالى :ـ

(أ) سدت الفتحات الموجودة في السطوح المنقوشة من الكتل الحجرية، حتى لا تسيل منها مواد التقوية فتشوه الصور والنقوش الجدارية. وقد استخدمت في سد هذه الفتحات مونة مكونة من الرمل الخالى من الأملاح ومستحلب خلات الفنيل المبلمرة (الفينافيل) المخفف بالماء بنسبة ١:٥ .

(ب) عملت ثقوب رأسية فى جسم الكتل الحجرية بعيدا عن السطوح المنقوشة. وقد استخدمت هذه الثقوب فى عملية التقوية التى تمت باستعمال لدائن الإيبوكسى والبولى إستر المضاف إليهما قليل من الرمل، حتى يمكن التغلب على قابليتهما للإنكماش عند الجفاف .

(جـ) ربطت أجزاء الكتل الحجرية حول الفلوق والشروخ العميقة والعروق الترابية بأسياخ من الحديد الغير قابل للصدأ ثبتت بلدائن الإيبوكسى المضاف إليها قليل من الرمال .

رابعا : عمليات الترميم

من الضرورى عند القيام بأعمال الترميم مراعاة الإعتبارات الآتية:

(١) نسبية صلابة الأحجار المراد ترميمها مع صلابة المواد المستخدمة فى الترميم، وخاصة اللدائن الصناعية، وذلك لقابليتها للإنكماش عند التصلد. ويؤدى هذا بطبيعة الحال إلى فصل قشرة من الكتل الحجرية المرممة وسقوطها مع مواد الترميم نتيجة للشد المصاحب للإنكماش، ما لم تكن الأحجار على درجة مناسبة من الصلابة .
(٢) عدم إستخدام اللدائن الصناعية وحدها، بل يجب إضافة الرمل أو أية مادة مالئة أخرى إليها، وذلك لزيادة تماسكها ولتقليل الإنكماش الذى يحدث عند التصلد إلى أقصى حد ممكن .
(٣) فى حالة تجميع أجزاء الكتل الحجرية الكبيرة الحجم لا يكتفى بمواد اللصق وحدها مهما كانت قوتها، بل يجب ربط الأجزاء بأسياخ من الحديد الغير قابل للصدأ .
(٤) يجب عدم إستخدام الأسمنت أو الجبس لاحتوائهما على الأملاح .. ويمكن استبدالهما بمونة الجير المطفأ حديثا مع الرمل .

طرق الترميـــم

- **التجميـــع :**

تجمع أجزاء الكتل الحجرية الصغيرة الحجم باستخدام مستحلب خلات الفنيل المبلمرة (الفينافيل)، أما الأجزاء كبيرة الحجم فيستخدم في تجميعها أحد اللدائن الصناعية القوية من فصائل الإيبوكسى أو البولى إستر أو الأرالديت بعد إضافة قليل من الرمل الخالى من الأملاح إليها. وفى الحالات التى تستدعي ذلك تستخدم فى عملية التجميع بالإضافة إلى اللدائن الصناعية أسياخ من الحديد الغير قابل للصدأ. ويتعين عند التجميع مراعاة عدم زيادة حجم الكتل الحجرية.

- **تكملة الأجزاء الناقصـــة**

[١] الأجزاء الكبيرة والشقوق العميقة

ويتم العمل بالطريقة الآتية :

(أ) تملأ أماكن الأجزاء الناقصة وتسد الشقوق العميقة إلى مستوى أقل من مستوى سطح الكتل الحجرية بحوالى ٢سم بمونة أحد اللدائن الصناعية القوية من فصائل الإيبوكسى والأرالديت مع الرمل.

(ب) بالقرب من السطح وفوق الطبقة الأولى تستخدم مونة مكونة من مستحلب خلات الفنيل المبلمرة (الفينافيل) مع الرمل الخالى من الأملاح. ويراعى أن تكون المونة متماثلة فى لونها مع الكتل الحجرية التى يجرى ترميمها. وفى الأماكن المعرضة لتفاوت كبير فى درجات الحرارة، أو تلك المعرضة لأشعة الشمس المباشرة (الواجهات)، يفضل إستخدام مونة مكونة من الجير المطفأ حديثا مع الرمل وقليل من الكاولين.

[٢] الأجزاء الصغيرة والشقوق السطحية

تستخدم فى ملء الفجوات والشروخ الصغيرة مونة مكونة من مستحلب خلات الفنيل (الفينافيل) مع الرمل الخالى من الأملاح ويراعى أن يكون لون المونة المستخدمة فى عملية الترميم مناسبا للون الكتل الحجرية التى يجرى ترميمها. وفى حالة الواجهات وهى تتعرض عادة لتفاوت كبير فى درجات الحرارة ولأشعة الشمس المباشرة تستخدم مونة من الرمل الخالى من الأملاح والجير المطفأ حديثا. ويفضل إضافة قليل من الكاولين بغرض زيادة مرونة المونة.

خامســا : عمليات ترميم ونقل الصور والنقوش الجدارية
(Mural Paintings)

ترميم الصور والنقوش الجدارية

[١] التنظـــف

تنظف الصور والنقوش الجدارية وما بها من ألوان، مما يكون عالقا بها ومتداخلا في مسامها أو يحجبها من أتربة أو

عوالق، كالهباب أو عشوش النحل البرى وغيره من الحشرات بالغسيل بالماء المضاف إليه الكحول أو الأسيتون أو النوشادر بنسبة ١:١، وباستعمال فرشاة ناعمة ورفيعة ليسهل التحكم فيها. ويراعى تجنب حك سطح الصورة بشدة.

وفى حالة الألوان التى يسهل إزالتها بالماء، فيضاف الماء إلى المذيبات العضوية (الأسيتون والكحول) بنسبة ٢٥٪ فقط أو بالنسبة التى يرى العاملون أنها لا تؤدى إلى إزالة الألوان.

ولإزالة بقع الشحوم والزيوت والأحبار والطحالب والبقع الناتجة عنها، تتبع الطرق الواردة فى تنظيف الكتل الحجرية، وذلك بعد تشبيت الألوان بمحلول الكالاتون الذائب فى الكحول الإثيلى ٩٦٪ بنسبة ٥٪، إذ أثبتت التجارب أنه يسمح بنفاذ المحاليل بعد جفافه.

[٢] تثبيت الألـــوان

تثبت الألوان باستخدام إحدى المواد الآتية :

(أ) خلات الفنيل المبلمرة الذائبة بنسبة ٣٪ فى مزيج من المذيبات العضوية مكون من الأسيتون والطولوين والبنزول والكحول الإثيلى وخلات الأميل، على النحو التالى:
٤٠٪ أسيتون ، ٣٠٪ طولوين ، ١٥٪ بنزول ، ١٠٪ كحول، ٥٪ خلات الأميل، مع إضافة راتنج السيليكون بنسبة ٠,٥٪ .

(ب) البيداكريل الذائب بنسبة ٣٪ فى مزيج من المذيبات العضوية مكون من الزيلين والأسيتون والطولوين والبنزول والكحول الإثيلى على النحو التالى: ٤٠٪ زيلين، ٢٥٪ أسيتون، ٢٠٪ طولوين، ١٠٪ بنزول، ٥٪ كحول مع إضافة راتنج السيليكون بنسبة ٠,٥٪ .

أما الحالات التى يراد فيها تخليص الصور والنقوش مما بها من أملاح، فتثبت الألوان قبل عملية إستخلاص الأملاح بالكالاتون الذائب فى الكحول الإثيلى ٩٠٪ بنسبة ٥٪ مع التسخين إلى درجة حرارة ٤٠ْم. والكالاتون من أفضل المواد التى تسمح بمرور المحاليل بعد جفافها مع كفاءة عالية فى تثبيت الألوان.

ويستخدم فى عملية تثبيت الألوان، إما فرشاة ناعمة أو مسدس للرش مناسب القوة. وتغطى النقوش بعد الرش مباشرة بالبولى إثيلين أو النايلون بغرض إبطاء سرعة البخر، وحتى تنفذ محاليل التثبيت إلى أقصى عمق داخل طبقة النقوش. ويراعى عدم استعمال محاليل التثبيت بنسب تركيز كبيرة تزيد على ٥٪، حتى لا يؤدى ذلك إلى لمعان الصور وتعتيم الألوان.

[٣] التقوية والترميم

- **تثبيت القشور السطحية**

عندما تتعرض الصور والنقوش الجدارية لتغيرات كبيرة في درجات الحرارة والرطوبة النسبية أثناء ساعات الليل والنهار وفى فصول السنة المختلفة، أو تتعرض للضغط الموضعى المصاحب للنمو البللورى للأملاح، تنفصل طبقاتها السطحية على هيئة قشور رقيقة، غالبا ما تكون على درجة كبيرة من التفتت والضعف، مما يستلزم منتهى الحرص والدقة والصبر والمران عند علاجها.

ويستخدم لتثبيت القشور مستحلب خلات الفنيل المبلمرة (الفينافيل) المخفف بالماء بنسبة ١:٥ ويستعمل فى عملية التثبيت فرشاة ناعمة تبلل بالفينافيل وتمس بها القشور مع تجنب الحك حتى لا يؤدى ذلك إلى تساقطها. وبعد تشرب مادة التثبيت وقبل جفافها يضغط على القشور بقطعة من القطن ملفوفة بقماش الشاش ومبللة بالماء، مع مراعاة عدم تحريكها عند الضغط. وتستمر هذه العملية حتى تلتصق القشور بسطح الصور والنقوش تماما، وبعدها تترك لتجف. وإذا لوحظ أن كمية الفينافيل المستخدمة كانت أكثر من اللازم، بحيث سببت بعد جفافها لمعان السطح، فيمكن إزالتها بالأسيتون، إما باستخدام فرشاة ناعمة أو بقطعة من القطن ملفوفة بقماش الشاش.

- **تقوية أرضية الصور والنقوش الجدارية**

عندما تتعرض أرضية الصور والنقوش الجدارية، أو ما يمكن تسميتها بطبقة الملاط (Plaster layer) للضغوط الموضعية المصاحبة لتبلور الأملاح أو للضغوط المصاحبة لحركة المبنى نفسه، فإنها تتشرخ وتتشقق وربما تنفصل عن الجدار، أو تتساقط بعض أجزائها. وفى هذه الحالة تتم عمليات التقوية على النحو التالى:

(أ) تحقن أرضية الصور والنقوش من خلال الشروخ والشقوق بمستحلب خلات الفنيل المبلمرة المخفف بالماء بنسبة ١:٥، وباستعمال المقاس الكبير من المحاقن الزجاجية، ثم تسد الشروخ والشقوق بمونة لها نفس اللون السائد ومكونة من مستحلب خلات الفنيل المخفف بالماء بنسبة ١:٤ مع مخلوط من الرمل الناعم وبودرة الحجر الجيرى والكاولين. ويتعين قبل البدء فى العمل تثبيت الألوان.

(ب) تثبت أرضية الصور والنقوش فى الأماكن التى انفصلت فيها عن الجدار، وذلك بحقنها من الخلف ومن الشروخ، أو من خلال ثقوب رفيعة تعمل خصيصا لذلك، بمستحلب خلات الفنيل المبلمرة المخفف بالماء بنسبة ١:٥ مع الضغط عليها بعد تطريتها بمستحلب خلات الفنيل المخفف بالماء بنسبة ١:٦، فى محاولة لإرجاعها إلى مكانها من الجدار. ويتعين قبل البدء فى العمل تثبيت الألوان.

(جـ) ربط أطراف الصور والنقوش السائبة من حول الأجزاء المتساقطة بمونة من مستحلب خلات الفنيل المخفف بالماء بنسبة ١:٤ مع الرمل وبودرة الحجر الجيرى أو الكاولين، على أن تكون باللون المناسب.

• **الترميم**

تتم عملية ترميم الصور والنقوش الجدارية على النحو التالى :ـــ

(أ) ترفع الأجزاء الآيلة للسقوط وتنظف ظهورها ويعاد تثبيتها بعد التقوية بمستحلب خلات الفنيل (الفينافيل) بدون التخفيف بالماء .. أو يستخدم لهذا الغرض طبقة رقيقة من المونة مكونة من الفينافيل المخفف بالماء بنسبة ٤:١ مع الرمل الناعم وبودرة الحجر الجيرى أو الكاولين .. مع مراعاة إسقاء هذه القطع من الخلف أولا بمحلول ٣٪ من خلات الفنيل المبلمرة المذابة في المذيبات العضوية .

(ب) تكمل الأجزاء الناقصة بمونة تضاهى فى لونها اللون السائد بالصور والنقوش، وتتكون من الفينافيل المخفف بالماء بنسبة ٥:١ مع الرمل ومسحوق الحجر الجيرى أو الكاولين. ويراعى أن يكون مستوى سطح الأماكن المكملة فى أرضية النقوش أقل من مستوى سطح الجدار بحوالى ٢مم، حتى يمكن بذلك التمييز بين الأجزاء المستحدثة والأجزاء الأصلية. والقاعدة التى يجب إتباعها فى عمليات الترميم هى عدم تغيير حقيقة الآثار وطبيعتها سواء بالتكملة أو بالرسم أو بالتلوين. وعلى هذا الأساس يجب أن يتم الترميم بطريقة يسهل معها التفرقة بين الأجزاء القديمة والأجزاء المرممة حديثا .

[٤] إستخلاص الأمـــلاح

تستخلص الأملاح بعد تقوية الصور والنقوش الجدارية وتثبت ألوانها بمادة لا تسد المسام وتسمح بنفاذ محاليل الأملاح ـ ومن أفضلها محلول ٥٪ من الكالاتون فى الكحول الإثيلى الساخن ـ باستخدام كمادات من عجينة ورق النشاف. وتترك الكمادات إلى أن تجف وتتبلور على سطوحها الأملاح التى تتحرك إليها من داخل الصور والنقوش، ثم تستبدل بغيرها إلى أن يتم استخلاص الأملاح نهائيا. ويكشف عن ذلك بمحلول نترات الفضة فى وجود حمض النيتريك .

وفى كثير من الحالات يتطلب الأمر عزل الصور والنقوش عن الجدران، وهى بطبيعة الحال المصدر الأساسى للأملاح (راجع مشكلة مقبرة نفرتارى) .

نقل الصور والنقوش الجدارية

تكتسب عمليات نقل الصور والنقوش الجدارية أهمية خاصة فى حالات كثيرة لا يكون هناك بديل عنها، سواء للضرورات التى تفرضها إعتبارات الصيانة، أو فى الحالات التى توجد فيها صور ونقوش من عصور متأخرة فوق صور ونقوش من عصور سبقتها، أو حينما يكشف عن مبانى أثرية فى أماكن غير مناسبة لبقائها. ولقد كان مشروع إنقاذ الصور والنقوش الجدارية التى وجدت على جدران الكثير من معابد بلاد النوبة، والتى يرجع تاريخها إلى العصر القبطي المبكر، وهى واحد من مشروعات

إنقاذ آثار بلاد النوبة، فرصة ثمينة أكسبت بعض العاملين فى هيئة الآثار المصرية خبرة طيبة فى هذا المجال باشتراكهم فى العمل مع البعثة اليوغوسلافية، التى أوفدها اليونسكو ضمن حملته الدولية.

والطريقة التى اتبعتها البعثة اليوغوسلافية ، والتى سنتحدث عنها تفصيلا، تعتبر من حيث المواد المستخدمة والأسلوب تطورا فى طرق نقل الصور والنقوش الجدارية، وإن كان يعيبها ثقل الحوامل الجديدة التى ثبتت عليها الصور والنقوش بعد نزعها. ولقد أمكن بعد ذلك حل هذه المشكلة باستخدام حوامل معدنية امتازت بخفة وزنها.

• طرق نزع الصور والنقوش الجدارية

تنظف الصور والنقوش وتثبت ألوانها قبل عملية النزع، باتباع نفس الطرق التى سبقت الإشارة إليها. وفى هذه الحالة تكون كمية المواد المثبتة للألوان بواقع لتر لكل متر مربع من النقوش. ويراعى أن تغطى النقوش بعد تثبيتها ألوانها بالبولى إيثلين أو النايلون لمدة ١٢ ساعة على الأقل، وذلك لإبطاء سرعة تطاير المذيبات العضوية المذيبة لمواد التثبيت، وحتى تكون هناك فرصة كافية لتنفذ محاليل التثبيت إلى أقصى عمق ممكن داخل أرضيات الصور والنقوش.

[١] طريقة الإستاكو(Stucco technique)

وتتبع هذه الطريقة فى الحالات التى تكون فيها أرضية الصور والنقوش بسمك كاف يتراوح ما بين ٠,٥، ٣سم .. وهى تتضمن نشر الصور والنقوش من خلال الأرضية، وذلك بعد ربطها بطبقتين من القماش، باستعمال سكاكين مسننة، وذلك على النحو التالى :ـــ

(أ) تقسم الصور والنقوش بعد تثبيت ألوانها إلى قطع فى حدود ٢ × ٢م. ويتعين إختيار خطوط القطع بعيدا عن الكتابات والملامح الدقيقة للصور، أو أن يجرى القطع خلال الأطر التى تحيط عادة بالصور والنقوش.

(ب) تغطى الصور والنقوش بطبقة أولى من قطع قماش الشاش الخفيف بمقاس ٢٠×٢٠سم. وتلصق قطع القماش هذه بمحلول المثيل كاربوكس سليولوز (الليوسيلين Lucelin) الذائب فى الماء بنسبة ٥٪ .. والليوسيلين مادة تتميز بدرجة كبيرة من المرونة ولا تنكمش عند الجفاف، فضلا عن كونها مادة لصق جيدة ويسهل إذابتها ثانية بالماء. ويراعى أن تأخذ هذه الطبقة من قماش الشاش طبيعة سطح الصور والنقوش وأن تسير فى موازاته وألا يترك بينهما أية فقاقيع من الهواء، ثم تترك لتجف تماما.

(جـ) بعد جفاف الطبقة الأولى تغطى الصور والنقوش بطبقة ثانية من قماش سميك نوعا ما، كالكتان بعد غسله لإزالة ما به من مواد نشوية. وتقسم الطبقة الثانية هذه حسب مساحة النقوش إلى أربعة أجزاء، وعلى أن تزيد مساحتها على مساحة النقوش فى كل ناحية بحوالى ٢٠سم، تستخدم فى الإمساك بالصور والنقوش عند نزعها. وتلصق هذه

الطبقة أيضا باستخدام الليوسيلين الذائب فى الماء بنسبة ٧,٥٪. ويراعى عدم وجود فقاقيع من الهواء بين الطبقتين، ثم تترك لتجف تماما.

(د) بعد الجفاف يبدأ فى نزع الصور والنقوش بنشرها من الخلف من خلال الأرضية ومن الجوانب ومن أسفل إلى أعلى بالسكاكين المسننة. وقبل إتمام عملية النزع يوضع فى موازاتها لوح من خشب الكونتر بلاكيه يثنى عليه الجزء الزائد من طبقة القماش الثانية من أعلى، وذلك لتلقى القطعة المنزوعة بواسطته ووقايتها من التفتت عند إنزالها من الحائط.

[٢]طريقة الإستـــرابو (Strappo Technique)

وتتبع هذه الطريقة فى الحالات التى تكون فيها أرضية الصور والنقوش رقيقة جدا، أو على صورة طبقة من البياض (White wash) . والأساس في هذه الطريقة هو لصق الصور والنقوش بنوع مناسب من القماش وبمادة لاصقة أقوى من المادة التى تلتصق بها الصور والنقوش بالجدار، حتى إذا ماشد القماش فإنه يأخذ معه الصور والنقوش التى تلتصق به. ويراعى أن تكون المادة اللاصقة من النوع الذى يسهل إذابته ثانية. وتتلخص هذه الطريقة فى الخطوات الآتية:ـ

(أ) تغطى الصور والنقوش بعد تثبيت ألوانها وبعد تقسيمها إلى قطع مناسبة الحجم بطبقة أولى من قماش الشاش الخفيف على هيئة قطع بمقاس ٢٠×٢٠سم تلصق بالصور والنقوش جيدا بمحلول من الجيلاتين أو الغراء الحيواني الجيد الساخن نسبته ١٠٪. ويراعى أن تأخذ هذه الطبقة من قماش الشاش طبيعة سطح النقوش وأن تسير فى موازاته وألا تترك بينهما أية فقاقيع من الهواء، إذ أن وجودها سوف يؤدى إلى عدم إحكام لصق القماش بالصور والنقوش مما يتسبب فى ترك أجزاء منها على الجدران. ولا يجب أن يغيب عن الأذهان أن نجاح هذه الطريقة يتوقف على مدى إلتصاق القماش بالصور والنقوش المراد نزعها.

(ب) بعد جفاف الطبقة الأولى من قماش الشاش تغطى الصور والنقوش بطبقة ثانية من قماش الكتان بعد غسله لإزالة ما به من مواد نشوية. ويجرى لصق هذه الطبقة من القماش بمحلول الجيلاتين أو الغراء الحيوانى الذائب فى الماء بنسبة ١٠٪. ويراعى أن تزيد مساحة القماش عن مساحة الصور والنقوش بحوالى ٢٠سم من كل ناحية، تستخدم فى القبض على الصور والنقوش عند نزعها. ويجب التأكد من عدم وجود فقاقيع من الهواء بين طبقتى القماش وأن يكون الإلتصاق بينهما تاما.

(جـ) بعد الجفاف تنزع الصور والنقوش بشد القماش بقوة وانتظام فتنسلخ الصور من الجدران ملتصقة بالقماش.

● معالجة الصور والنقوش المنزوعة

[١]تنظيف أرضية الصور والنقوش المنزوعة

الصور والنقوش الجدارية التى تنزع بطريقة الإستاكو تكون أرضياتها عادة بسمك يتراوح من ١ الى ٣سم، وغالبا ما يكون بها كمية كبيرة من الأملاح، فضلا على أنها تفقد بمرور الزمن صلابتها وقوتها، الأمر الذى يوجب إختزال سمكها إلى حوالى ٣مم، ثم إستبدالها بأرضيات جديدة من مونة مناسبة مقواة بالقماش ومضاهية للمونة القديمة فى اللون والتركيب. وتزال الأرضيات القديمة باستخدام المشارط أو أية أدوات مناسبة، ثم تقوى الطبقة التى تبقى منها بمستحلب خلات الفنيل المبلمرة (الفينافيل) المخفف بالماء بنسبة ٥:١، وذلك بعد رشها بمحلول خلات الفنيل المبلمرة بنسبة ٣٪ فى المذيبات العضوية.

أما الصور والنقوش التى تنزع بطريقة الإسترابو فتنظف أرضياتها مما قد يكون عالقا بها من أتربة، ثم تقوى أيضا باستخدام الفينافيل المخفف بالماء بنسبة ٥:١ بعد رشها بمحلول خلات الفنيل المبلمرة بنسبة ٣٪

[٢] إستبدال أرضية الصور والنقوش المنزوعة

(أ) تستبدل طبقة المونة القديمة التى تكون أرضية الصور والنقوش المنزوعة بطريقة الإستاكو بمونة جديدة تتكون من الرمل والكاولين أو الرمل والطفلة الطينية حسب مكونات ولون المونة القديمة - مع مادة الريفيل ب (Rivil B) المخفف بالماء بنسبة ٤:١ أو مستحلب خلات الفينل المبلمرة (الفينافيل) المخفف بالماء بنسبة ٤:١ وذلك على النحو التالى:-

- توضع الصور والنقوش ووجهها إلى أسفل على سطح مستو من الخشب المغطى بلوح من المطاط الرغوى ثم بالبولى إثيلين أو النايلون، ويعمل حولها إطار من الخشب بزاويا مستقيمة وبارتفاع ٤سم، ثم يثبت بالمسامير ويدهن بالصابون السائل أو يغلف بالنايلون، حتى لا تلتصق به المونة.
- يرش الظهر بخلات الفنيل المبلمرة الذائبة فى المذيبات العضوية بنسبة ٣٪. وبعد أن يجف تماما يطرى السطح برشه بمحلول مستحلب خلات الفنيل المبلمرة (الفينافيل) المخفف بالماء بنسبة ١:٧.
- تغطى ظهور الصور والنقوش بطبقة رقيقة من المونة السابق ذكرها ثم بطبقة من قماش الشاش تزيد مساحتها على مساحة الصور والنقوش بحوالى ٢٠سم من كل ناحية وتثبت فى المونة وتترك لتجف.
- بعد الجفاف يغطى الشاش بطبقة ثانية من المونة ، ثم بطبقة من الشاش تزيد على مساحة الصور والنقوش بحوالى ٢٠سم من كل ناحية وتثبت فى المونة فى إتجاه عكسى لاتجاه طبقة الشاش الأولى، ثم تترك لتجف تماما. وأخيرا تثبت الصور والنقوش على الحامل الجديد بالطريقة التى سيأتى ذكرها فيما بعد.

(ب) تستبدل أرضية الصور والنقوش المنزوعة بطريقة الإسترابو بنفس الطريقة المتبعة فى حالة الصور والنقوش المنزوعة بطريقة الإستاكو، وباستخدام مونة مكونة من الرمل والكاولين أو الرمل والكاولين والطفلة الطينية مع الريفيل ب

(Rvil B) المخفف بالماء بنسبة ٤:١، ولكنها تبنى على الحامل الذى سوف تثبت عليه. وسيأتى ذكر هذه الطريقة تفصيلا بعد ذلك.

تثبيت الصور والنقوش على الحوامل الجديدة

(أ) الحوامل الخشبية :

تستخدم ألواح من خشب الكونتر بلاكيه، على أن تعالج قبل تثبيت الصور والنقوش عليها درءا للخطر الذى ينتج من إلتفاف الحوامل الخشبية عندما تتعرض لتأثير جو رطب أو جاف. وينتج عن إلتفاف الحوامل عادة تشقق النقوش وتقشر الطبقات السطحية منها. وتتبع لهذا الغرض الطريقة الآتية:ـ

- يسقى الخشب بمحلول مستحلب خلات الفنيل المبلمرة (الفينافيل) المخفف بالماء بنسبة ٤:١، وإلى أن يتشبع تماما. وبعد مضى بعض الوقت يسقى مرة أخرى بمحلول الفينافيل المخفف بالماء بنسبة ٥:١، ويترك ليجف تماما.
- بعد الجفاف يسقى الخشب بمحلول راتنج السيليكون المخفف بالبنزين إلى نسبة ٢٪.. وهذه المادة تسد المسام الموجودة فى الخشب وتكون طبقة غير مسامية تعزل الخشب عن تأثير الرطوبة والجفاف.

[ب] الحوامل المعدنيـــــة :

وتستخدم ألواح من الألومنيوم مقواة من الخلف بعوارض متقاطعة. وفى الحقيقة فإن هذا النوع من الحوامل يمتاز بخفة وزنه وسهولة حمله، فضلا عن كونه لا يتأثر كالأخشاب بالرطوبة والجفاف.

• طرق تثبيت الصور والنقوش المنزوعة على الحوامل

[١] طريقة التثبيت على الحوامل الخشبية

الصور المنزوعة بطريقة الإستاكو

لقد ذكرنا من قبل طرق بناء الأرضيات الجديدة للصور والنقوش، وإعداد الحوامل الخشبية، وعلينا الآن أن نتعرف على طريقة تثبيت الصور والنقوش على الحوامل. ويستخدم فى عملية التثبيت نفس النوع من المونة المستخدمة فى بناء الأرضيات مع ثنى أطراف الشاش الموضوع بين طبقاتها على الحوامل الخشبية ثم لصقه بها بإستحدام مستحلب خلات الفنيل المبلمرة (الفينافيل) المخفف بالماء بنسبة ١:١. وتتبع الخطوات الآتية :ـــ

- توضع الصور والنقوش ووجهها إلى اسفل على سطح مستو فوق لوح من المطاط الرغوى ثم يغطى ظهرها بطبقة رقيقة من المونة المكونة من الرمل والكاولين أو الرمل والطفلة الطينية مع الفينافيل المخفف بالماء بنسبة ٤:١، أو مع الريفيل ب المخفف بالماء بنسبة ٤:١.

- يغطى الحامل الخشبى بطبقة رقيقة من نفس المونة مع حكها عليه بشدة لتلتصق به .
- يثبت الحامل الخشبى على أرضية الصور والنقوش ويوضع فوقه أثقال كافية ومنتظمة التوزيع، ويترك على هذا الوضع حتى تجف المونة وتلتصق به المونة تماما .
- تثنى أطراف قماش الشاش الموضوع بين طبقات الأرضيات على الحامل الخشبي وتلصق بالفينافيل المخفف بالماء بنسبة ١:١ .
- بعد الجفاف تقلب الصور والنقوش ثم تزال طبقات القماش المستخدم فى عملية النزع، بالطريقة التى سوف يأتى ذكرها، وأخيرا يعمل حول الصور والنقوش برواز من الخشب يثبت بالحوامل .

الصور والنقوش المنزوعة بطريقة الإسترابو :

وتتبع نفس الطريقة المستخدمة فى حالة الصور والنقوش المنزوعة بطريقة الإستاكو، ولكن باختلاف واحد وهو بناء الأرضيات الجديدة على الحوامل. وتتلخص الطريقة فى هذه الحالة فى الخطوات الاتية :ـ

- بعد تجهيز الحوامل الخشبية تغطى بطبقة رقيقة من المونة المكونة من الكاولين والرمل أو الرمل والطفلة الطينية مع الريفيل ب المخفف بالماء بنسبة ٤:١، أو بالفينافيل المخفف بالماء ٤:١، مع حك المونة بشدة لتلتصق بالحوامل جيدا، ثم بطبقة من قماش الشاش تثبت فى المونة وتزيد مساحتها عن مساحة الحوامل بحوالى ٢٠سم من كل ناحية .
- بعد جفاف الطبقة الأولى يغطى الشاش بطبقة ثانية من نفس المونة ثم بطبقة من الشاش تثبت في إتجاه عكس لاتجاه طبقة الشاش الأولى وتزيد مساحتها على مساحة الحوامل بحوالى ٢٠سم من كل ناحية ثم تترك لجف . وأخيرا يغطى الشاش بطبقة أخيرة من المونة .
- يغطى طرف السطح الخلفى للصور والنقوش المنزوعة بطبقة رقيقة من نفس المونة ويثبت على الحوامل مع الضغط عليه براحة اليد لطرد الهواء، ثم يغطى جزء آخر ويثبت بنفس الطريقة، وهكذا حتى يتم تثبيت الصور والنقوش بأكملها .

وأخيرا تغطى بلوح من المطاط الرغوى ثم بلوح من الخشب يوضع فوقه أثقال كافية منتظمة التوزيع. وتترك على هذا الوضع حتى تجف المونة وتلتصق النقوش تماما .

- تثنى أطراف قماش الشاش الموضوع بين طبقات أرضية النقوش على جوانب الحامل وتلصق بالفينافيل المخفف بالماء بنسبة ١:١ .
- بعد الجفاف وإزالة طبقتى القماش المستخدم فى عملية النزع، بالطريقة التى سوف يأتى ذكرها، يعمل حول النقوش برواز من الخشب يوضع فوق أطراف طبقتى القماش ويثبت بالحوامل .

[٢] طريقة التثبيت على حوامل معدنية

يستخدم لتثبيت الصور والنقوش المنزوعة على حوامل معدنية ألياف الزجاج (Glass wool) مع لدائن الايبوكسى. ويقتصر ذلك على النقوش والصور المنزوعة بطريقة الإستاكو. ويتم العمل باتباع الطريقة الآتية :ـ

- بعد إزالة الأرضيات القديمة توضع الصور والنقوش بوجهها إلى أسفل على سطح مستو فوق لوح من المطاط الرغوى المغطى بالبولى إثيلين أو النايلون، ويعمل حولها برواز بزوايا مستقيمة من المونة المكونة من الرمل والطين مع الليوسيلين الذائب فى الماء بنسبة ٣,٥٪، ثم يدهن هذا البرواز بعد جفافه بالصابون، حتى لا يتلصق بألياف الزجاج ويمكن إزالته بعد ذلك بسهولة.
- تغطى ظهور الصور والنقوش بطبقة رقيقة من ألياف الزجاج (glass wool) المشبعة بلدائن الإيبوكسى والضاف إليها قليل من الرمل الناعم أو الكاولين أو بودرة الحجر الجيرى. ويراعى التقليل من الإيبوكسى بقدر الإمكان حتى لا ينشع على النقوش فيتلفها، وينتظر حتى يتجمد الإيبوكسى، وذلك للإطمئنان على التصاق ألياف الزجاج بظهر الصور والنقوش .
- يغطى ظهر الحامل المعدنى بطبقة رقيقة من أأالياف الزجاج ولدائن الإيبوكسى، مع الضغط عليها بشدة، ثم ينتظر حتى يتجمد الإيبوكسى، وذلك للتأكد من إلتصاقها معا .
- يدهن كل من الحامل وظهر الصور والنقوش بقليل من الإيبوكسى المضاف إليه قليل من الرمل أو الكاولين، ثم يثبت الحامل على ظهر النقوش ويضغط عليه بلوح من الخشب يوضع فوقه أثقال كافية منتظمة التوزيع، ويترك على هذا الوضع حتى يتجمد الإيبوكسى وتلتصق الصور والنقوش بالحامل تماما، وبعدها يزال البرواز المصنوع من المونة ثم القماش المستخدم فى النزع .

، إزالة القماش المستخدم فى عملية النزع :

[١] الصور المنزوعة بطريقة الإستاكو

يستخدم فى نزع الصور والنقوش الجدارية بطريقة الإستاكو مادة الليوسيلين (المثيل كاربوكسى سليولوز)، وهى مادة تمتاز عن غيرها بليونتها وعدم إنكماشها عند الجفاف وعدم قابليتها لنمو الفطريات، وبأنها تكفل قوة لصق جيدة ويمكن إذابتها ثانية بالماء بسهولة. وعلى هذا الأساس يستخدم الماء لإزالة القماش المستخدم فى النزع، وبالطريقة الآتية:ـ

- يبلل القماش بالماء الدافىء ويدلك براحة اليد. وتتكرر هذه العملية إلى أن يتم إذابة الليوسيلين تماما .
- بعد إذابة الليوسيلين ترفع الطبقة الأولى من القماش ويراعى أن تكون حركة القماش عند إزالته موازنة لسطح النقوش، وذلك لتقليل الشد المصاحب لعملية نزع القماش، وبذلك يمكن تفادى تقشر الطبقات اللونية السطحية .
- بعد إزالة الطبقة الأولى من القماش تبلل الطبقة الثانية بماء دافىء نظيف وتدلك براحة اليد حتى يذوب الليوسيلين، ثم يرفع القماش. ويجب أن تكون حركة القماش موازية لسطح الصور والنقوش وأن يراعى منتهى الدقة والحذر والتأنى تجنبا لإتلاف الطبقات اللونية السطحية .

[٢] الصور والنقوش المنزوعة بطريقة الإسترابو

لإزالة القماش المستخدم فى نزع الصور والنقوش الجدارية بطريقة الإسترابو، يستخدم الماء الساخن لإذابة مادة اللصق، وهى الجيلاتين أو الغراء الحيوانى. وتتبع الطريقة التى ذكرت فى الحالة السابقة بكل تفاصيلها .

- **تنظيف الصور والنقوش وتقويتها :**

تنظف الصور والنقوش بعد نزع القماش عنها، بالماء الدافىء، وباستخدام كمادات من القماش يحك عليها بفرشاة ناعمة. وتكرر هذه العملية إلى أن يتم إزالة آثار المواد اللاصقة التى استخدمت فى عملية النزع، وخاصة الجيلاتين أو الغراء لقابليتهما لنمو الفطريات، وكذلك ما قد يكون بالصور والنقوش من أملاح، ثم تترك لتجف وفى النهاية تقوى الصور والنقوش برشها بمحلول خلات الفنيل المبلمرة فى مزيج من المذيبات العضوية، ثم تغطى بالبولى إثيلين أو النايلون للإبطاء من سرعة تبخر المذيبات العضوية، وحتى تنفذ المحاليل المقوية إلى أقصى عمق داخل النقوش.

سادسا : عمليات صيانة وترميم الأخشاب

الأخشاب إحدى المواد العضوية، ولهذا فإنها تتعرض لكل أمراضها، من تآكل وتعفن والتفاف واعوجاج وإصابة بالفطريات والحشرات وتغير فى الشكل والتركيب الخلوى، إذا وجدت فى الظروف التى تتسبب فى كل ذلك، بل إنها تفنى إذا لم تتخذ الإحتياطات الضرورية للمحافظة عليها وصيانتها.

إعوجاج أو إلتفاف الأخشاب

إن نقطة البدء فى صيانة الأخشاب المجففة والمؤقلمة (dry tempered wood)، من الإعوجاج أو الإلتفاف، هى تلافى تعرضها لتغيرات كبيرة فى الرطوبة النسبية، سواء عند الكشف عنها أو عند تخزينها، إذ أنها بطبيعتها ذات قابلية كبيرة لامتصاص أو فقد ما تحتويه طبيعيا من ماء حر، حسب طبيعة الأجواء التى تتعرض لها. ومن الثابت أن التغير فى محتوى الأخشاب من هذا الماء الحر بالفقد أو بالزيادة سوف يؤدى إلى حدوث تغيرات فى أبعاد أليافها، بالإنكماش أو بالإنتفاخ، مسببة الإلتفاف أو الإعوجاج بكل مشاكله وتعقيداته، سواء عند تجميع أجزائها، أو عندما تكون مكسوة بطبقة من الملاط المنقوش.

ومن الواجب ألا يغيب عن الأذهان أن الأخشاب وعلى وجه الخصوص عندما تكون مطمورة فى باطن الأرض، فإنها بمرور الزمن تتعادل وتتوازن مع الجو المحيط بها، سواء باكتساب الرطوبة أو بفقدها، لذلك يجب عند الكشف عنها عدم تعريضها فجأة للجو الجديد المغاير، بل يجب إتخاذ الإحتياطات التى ترمى إلى إكسابها بعض الرطوبة أو تخليصها منها حسب طبيعة الجو الجديد ببطء وتدريجيا، وإلا سوف تتعرض للإعوجاج الشديد، أو حتى التفتت (٥ - ٨٢).

والخطوة الأولى والأساسية فى صيانة الأخشاب هى أن تكون كل أسطحها معرضة لنفس الكمية من الرطوبة ... وعلى سبيل المثال، إذا وضعت الآثار الخشبية على الحوائط، فإنها سوف تكون فى وضع تتعرض فيه أوجهها وظهورها لدرجات مختلفة من الرطوبة، مما ينتج عنه إما تقعرها أو تحدبها حسب كمية الرطوبة التى يتعرض لها كلا الوجهين. والأخشاب التى يغطى

أحد وجهيها طبقة من الملاط، تكون كذلك فى وضع مشابه ينتج عنه إما تقعر أو تحدب، مما يؤدى بالتالى إلى حدوث تشقق أو إنفصال فى طبقة الملاط .

وتستغرق عملية إزالة الإعوجاج أو الإلتفاف وقتا طويلا، وربما لا تأتى بالنتيجة المطلوبة تماما.. وتتلخص فى الخطوات الآتية :ـ

(١) تندى الأجزاء المقعرة بالماء، حتى تنتفخ الألياف، نتيجة لامتصاصها الماء. وتتكرر هذه العملية طوال فترة العلاج .
(٢) توضع أثقال مناسبة فوق الأجزاء المقعرة بعد تنديتها بالماء، وتظل عليها حتى الإنتهاء من عملية العلاج .
(٣) فى بعض الحالات تثبت زوايا من الحديد فى أظهر الكتل أو الألواح الخشبية، على أن توضع فى وضع متعامد على إتجاه الألياف، وتثبت بمسامير مقلوظة، وذلك لقصر حركة الأخشاب على الإتجاه الأفقى، وعلى أن تكون المسامير من النوع غير القابل للصدأ .

إصابة الأخشاب بالفطريات

الأخشاب شأنها فى ذلك شأن غيرها من المواد العضوية ذات قابلية كبيرة للإصابة بالفطريات، إلا أنه فى حالة الأخشاب تكون الإصابة بأنواع من الفطريات يصعب إبادتها، وربما فى بعض الحالات لا يكون هناك من سبيل سوى التضحية بالأجزاء المصابة .. ومن هذا تتضح أهمية إتخاذ الإحتياطات الكفيلة بتفادى هذه المخاطر. وتتطلب صيانة الأخشاب من أخطار الإصابة بالفطريات مداومة البحث والدراسة. وبصفة عامة تتبع الطرق الآتية لصيانة الأخشاب من الإصابة بالفطريات وهى:ـ

(١) تسقى أطراف الأخشاب بالشمع السائل أو بورنيش السيليكون، وذلك لسد مسامها وعزلها عن الجو.
(٢) تسقى الأجزاء التى تلامس الأرضيات بمحاليل المبيدات الفطرية.. ويمكن استخدام محلول فلوريد الصوديوم التجارى.. ويحضر بإذابة ٥ جم فى كل لتر من الماء.. أو محلول فلوريد الماغنسيوم التجارى.. ويحضر بإذابة ٢٥٠جم فى كل لتر من الماء، و يقلب باستخدام عصاة خشبية.
٣) تفادى التغيرات المستمرة فى درجات الرطوبة النسبية .
٤) تثبيت الرطوبة النسبية عند درجة تتراوح ما بين ٥٥ ، ٦٥٪ عند درجة حرارة تتراوح بين ١٧، ٢٥° مئوية.

إصابة الأخشـــاب بالحشرات

إن صيانة الأخشاب من أخطار الإصابة بالحشرات أمر يستدعى أقصى درجات الإهتمام، فالمشاكل التى تنتج عنها تكون على قدر كبير من التعقيد والخطورة، ولهذا فإن العلاج يتطلب عادة وقتا طويلا، وربما لا يعطى النتيجة المرجوة، إذا تأخر عن الوقت المناسب. وهذه المشكلة بالذات تفرض على القائمين بأعمال الصيانة مداومة المرور والتفتيش ومراعاة النظافة التامة، حتى يمكن التعرف على الإصابة بالحشرات فى مراحلها الأولى. وحتى لا يصعب العلاج، فإنه يجب الإسراع به عند ظهور الإصابة لأن التوانى فى ذلك قد يعنى ضياع أثر لا يمكن تعويضه .

وعند القيام بعملية إبادة الحشرات يجب أن يضع القائمون بالعلاج فى إعتبارهم ضرورة ملاحظة الحالة موضوع العلاج مدة دورة حياة كاملة للحشرات التى أمكن التعرف عليها. وفى حالة نوعيات معينة من الحشرات قد تصل الدورة الكاملة لمدة عامين، ولهذا يجب سد الثقوب الموجودة بالخشب بعد العلاج مباشرة بالشمع حتى تسهل عملية المراقبة.. وحدوث ثقوب جديدة يعنى فشل عملية الإبادة.

- **طرق إبادة الحشرات**

تتم إبادة الحشرات بإحدى الطرق الآتية :

(١) وضع الأخشاب المصابة فى جو مرتفع الحرارة .

(٢) وضع الأخشاب المصابة فى جو مفرغ الهواء .

(٣) التبخير بالغازات السامة .

(٤) الإسقاء بالمحاليل الكيميائية المبيدة للحشرات .

ومن الناحية العملية يقتصر عادة على استخدام الغازات السامة والمحاليل الكيميائية المبيدة.. وذلك على النحو التالى:ـــ

[١] الإبادة باستخدام الغازات السامة

تتم عملية الإبادة بالغازات السامة فى صندوق مبطن بالبولى إثيلين ومجهز بمضخة لتفريغه من الهواء، حتى تنتشر الغازات داخل الأخشاب بسرعة وبكمية كبيرة. وفى حالة الكتل الكبيرة الحجم تتم عملية الإبادة فى غرف خاصة تجهز بنفس الطريقة، ويطلق عليها إسم «غرف الإبادة» .

والواقع أن عملية إبادة الحشرات بالغازات السامة، عملية لها خطورتها على القائمين بالعمل، ما لم يراع إتخاذ الإحتياطات اللازمة، وبخاصة عند توليد الغازات وعند تفريغ غرف الإبادة منها بعد الإنتهاء من العمل .

ويستخدم فى حالة الكتل الخشبية الصغيرة غاز سيانيد الهيدروجين، ويجب تعريض الأخشاب المصابة لتأثيره لمدة لا تقل عن ٢٤ ساعة. ويستخدم لإبادة الحشرات فى الكتل الكبيرة الحجم غاز بروميد المثيل، على أن يراعى عدم إستخدامه فى حالة الأخشاب المغطاه بالجلود، أو فى حالة الآثار الخشبية الثمينة، وخاصة المحلاة بطبقة منقوشة وملونة من الملاط. وفى هذه الحالة يستخدم غاز ثاني كبريتيد الكربون، ويجب عند إستخدامه تفريغ «غرفة الإبادة» من الهواء منعا للإنفجار.

[٢] الإبادة باستخدام المحاليل الكيميائية

قبل استخدام المحاليل الكيميائية فى إبادة الحشرات يجب التأكد أولا من أنها سوف لا تؤثر على ما قد يكون على الأخشاب من نقوش وألوان.. وتستخدم عادة محاليل المواد الآتية:ـــ

- المحاليل التى تحتوى ذلى ال د . د . ت أو الجامكسان .
- مركبات البنتاكلوروفينول ومشتقاتها .
- مركبات الكلورو نفتالين .
- مركبات النفتاتينات المعدنية كالنحاس والحديد والكروم والنيكل .
- البارادای كلوروبنزين (البارادكس) بنسبة ٥٪ مضافا إليه ال د. د. ت بنسبة ٥٪، فى الكيروسين .

وبعد إتمام عملية الإبادة تسد الثقوب التى أحدثتها الحشرات بالشمع المضاف إليه د. د. ت. أو الجامكسان. ويحضر بإضافة أى من المبيدين إلى الشمع السائل. ويراعى عدم إستخدامه وهو ساخن.

تقوية الأخشـــاب

تقوى الأخشاب التى أصابها الوهن بسبب الإصابة بالحشرات والفطريات، أو التى تآكلت بسبب وجودها فترة زمنية طويلة تحت تأثير التفاعلات الكيميائية والبيولوجية أثناء وجودها مطمورة فى باطن الأرض، إما بالإسقاء بمحاليل المواد الكيميائية التى تزيد من قوة بنيتها أو بطرق التقوية الميكانيكية، أو بهما معا حسب الحالة .

التقوية بالطرق الميكانيكيـــة

لتقوية الأخشاب ميكانيكيا تتبع إحدى الطرق الآتية :ـــ

(١) التقوية باستخدام أوتاد خشبية أو معدنية، وهذه الطريقة تسمى «عصفرة الخشب».. أى ربط أجزائه بما يسمى بالعصافير.

(٢) ربط أطراف الشقوق بأسافين خشبية على شكل (x)، لمنعها من الإتساع .

(٣) إستخدام الجبائر الخشبية أو الزوايا المعدنية .

(٤) ملء الفجوات .

ومن الضرورى إستخدام أنواع من الجبائر أو الزوايا المعدنية الغير قابلة للصدأ، وأن تعالج الأخشاب الجديدة التى تستخدم في التقوية بمحلول ٥٪ من مستحلب خلات الفنيل المبلمرة (الفينافيل) وتترك لتجف ثم تدهن بمحلول ١٪ من راتنج السيليكون فى البنزين حتى لا تتأثر بالتغيرات فى الرطوبة النسبية التى يمكن أن تتعرض لها .

التقوية باستخدام المواد الكيميائية

تسقى الأخشاب الضعيفة بالمواد الكيميائية المقوية، على أن يؤخذ فى الإعتبار فى حالة الأخشاب المغطاة بطبقة من الملاط المنقوش والملون إختبار تأثير هذه المواد على مواد التلوين.. وتتم عملية التقوية باتباع واحدة من الطريقتين الآتيتين :ـــ

الطريقة الأولى :

التقوية باستخدام الشمع

يستخدم الشمع المبيض (Bleeched wax) المضاف إليه القلفونية بنسبة ٥٠٪. وتتم عملية التقوية فى أحواض تسخن كهربيا لقابلية الشمع للإشتعال.. ويجب ألا تزيد درجة حرارة الشمع المنصهر عن ١٢٠ْم. و يعتمد الوقت الذى تستغرقه عملية التقوية على مسامية الخشب وكتلته .

ويجرى العمل بوضع الأخشاب المراد تقويتها فى قاع الحوض ومن حولها الشمع المضاف إليه القلفونية، ثم تبدأ بعد ذلك عملية التسخين. وسوف يلاحظ أن الماء الحر المختزن في الخشب سوف يخرج من المسام كلما ارتفعت درجة الحرارة، ومن ثم سوف يحل الشمع المنصهر محله. وتستمر عملية التسخين حتى تصل درجة الحرارة إلى ١٢٠ْ مئوية. وترفع الأخشاب بعد إنتهاء عملية التقوية، وتوضع فى وضع مائل إلى أن تتخلص من الشمع الزائد وتترك على هذا الوضع حتى تجف تماما. و يزال الشمع المتراكم على سطوح الأخشاب المعالجة بعد الجفاف باستخدام البنزين أو زيت التربنتين .

و يتعين عند رفع الأخشاب وضع عمود معدنى فى الشمع المتبقى بالحوض، وذلك لإمكان نزعه فيما بعد من الشمع المتجمد والتخلص عن طريق الثقب الذى يحدثه فى الشمع من الماء الذى قد يتكون أو يتجمع فى قاع الحوض تحت الشمع .

ولو أن استخدام الشمع فى تقوية الأخشاب يفيد كثيرا فى منع الحركات الداخلية التى تحدث فى ألياف الخشب بحدوث تغيرات فى الرطوبة النسبية فى الجو المحيط، إلا أنه فى نفس الوقت يسبب بعض الأضرار، ومنها تراكم الأتربة على أسطح الأخشاب المعالجة نتيجة لتسرب الشمع من داخل الأخشاب عند درجات الحرارة العالية ،والتغير الكبير فى لون الأخشاب المعالجة، لأن معامل الإنكسار الضوئى للشمع أكبر بكثير من معامل إنكسار الهواء .

الطريقة الثانيــــة:

التقوية باستخدام اللدائن الصناعية

سبق أن أوضحنا أن من أبرز عيوب التقوية بالشمع، هو تغير لون الأخشاب المعالجة. وفى نفس الوقت فإن جميع اللدائن الصناعية التى أمكن إستخدامها فى تقوية الآثار، ومن بينها الأخشاب تتسبب هى الأخرى فى تغير اللون، وإن كان بدرجة أقل. ولقد أثبتت التجارب أن استخدام محاليل مخففة من هذه المواد بنسبة لا تزيد عن ٥٪، وعلى فترات متكررة، يجعل تغير لون الأخشاب المعالجة فى الحدود المقبولة .

واللدائن الصناعية التى تستخدم عادة فى تقوية الأخشاب هى :

(١) محلول خلات الفنيل المبلمرة فى الطولوين والأسيتون .

(٢) محلول البيداكريل (X ١٢٢) فى الطولوين .

(٣) لدائن البولى إستر ، مثل Bakelite 1744, Marco S.B. 26C، وهذه اللدائن عبارة عن سوائل قليلة اللزوجة تتبلمر فى مسام الأخشاب بعد وقت محدد وتكسب الأخشاب الصلابة المناسبة ويتعين إجراء تجربة على قطعة صغيرة من الخشب قبل بدء العمل .

وتجرى عمليات التقوية بهذه المواد بعيدا عن مصادر اللهب، لشدة قابلية محاليلها للإشتعال.. ويفضل تخفيفها إلى النسبة المناسبة بمزيج من المذيبات العضوية المختلفة فى درجات التطاير، حتى تكون هناك فرصة لسريان المحاليل إلى أقصى مسافة ممكنة داخل جسم الأخشاب. ويفضل أن تكون على النحو التالى: أسيتون ٥٠٪ ــ طولوين ٢٠٪ ــ بنزول ١٥٪ ــ كحول إثيلى ١٠٪ ــ خلات الأميل ٥٪. ويفضل أيضا تفريغ مسام الأخشاب من الهواء والماء الحر، حتى لا ياوم تشرب محاليل التقوية .

علاج الأخشاب المستخرجة من تربة مائية

عندما تبقى الأخشاب مطمورة لمدة طويلة فى تربة مائية، فإن السليولوز المكون لجدران الخلايا يتعرض لتحلل بيولوجى يؤدى إلى تآكل الأخشاب بشكل خطر. وعند إستخراج هذه الأخشاب وتركها لتجف فى الهواء، فإن الماء المتغلغل فى داخل الخلايا يتبخر وتنكمش الأخشاب وتتقوس بدرجة كبيرة.. لذلك يجب لف الأخشاب بمجرد استخراجها فى البولى إثيلين أو النايلون وإرسالها للمعامل لعلاجها وصيانتها. وتتوقف حالة الأخشاب المطمورة فى تربة مائية على عدة عوامل، من أهمها:ــ

(١) المدة التى بقيت فيها الأخشاب مطمورة فى التربة .

(٢) تركيب التربة ودرجة حموضتها وكمية الأملاح بها .

(٣) نوعية الأخشاب ، وما يتبع ذلك من خواص طبيعية .

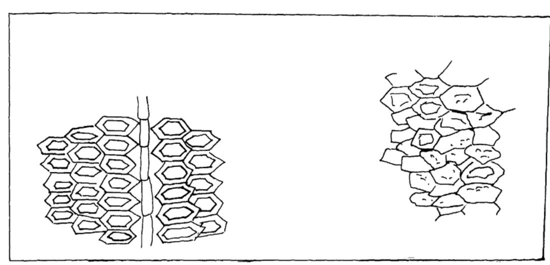
(٤) حركة مياه الرشح طوال المدة التى بقيت فيها الأخشاب مطمورة فى التربة .

(٥) أنواع البكتريا أو الفطريات التى أصابت الأخشاب وقت أن كانت مطمورة فى التربة .

وتبدو الأخشاب فى معظم الحالات ذات لون بنى غامق أو أسود طرية هشة نافشة كالإسفنج، كما تقل كثافتها وتزيد ساميتها كثيرا. وعند الجفاف تنكمش بدرجة كبيرة فى الإتجاهين القطرى والمماسى، وإلى حد ما فى الإتجاه الطولى .

والتغيرات الكيميائية التى تصاحب وجود الأخشاب فى تربة رطبة تنتج عن إذابة الماء للمواد الرابطة للخلايا، وتتكون من الأملاح المعدنية والمواد الدابغة والسكريات والنشا والمواد الملونة.. وتحدث بعض هذه التغيرات أيضا نتيجة للتميؤ الجزئى (Partial Hydrolysis) للسليولوز المتكون حديثا (Hemicellulose) والسليولوز المكون لجدار الخلايا واللجنين، الذى يعتبر المادة الرابطة الأساسية فى الأخشاب، والتى تعطيها التماسك والصلابة، فالأخشاب من وجهة النظر الكيميائية يمكن إعتبارها مكونة من اللجنوسليولوز (Lignocellulose).. أى من اللجنين والسليولوز.

أما من حيث التركيب الخلوى للأخشاب، فقد دلت الدراسات القليلة التى أجريت فى هذا المجال أن التركيب التشريحى للأخشاب يبقى فى أغلب الحالات فى حالة حفظ جيدة ظاهريا، بينما يلاحظ فى قليل من الحالات تآكل فى جدران الخلايا وفقدان الخواص الخشبية وتكون مواد طينية لزبة، كما تلاحظ أحيانا دلائل على تكون مواد تشبه الصمغ على جدران الخلايا من الداخل، كما أن جدران الخلايا تبدو أرق كثيرا عن جدران الخلايا فى الأخشاب العادية، بحيث ترى الجدران الخارجية وقد أصبحت عارية تماما من الطبقات الداخلية التى تبطن الخلايا. وتتفاوت هذه التغيرات تبعا لنوع الأخشاب وظروف حفظها. ولقد قامت تشيستياكوفا (Chistyakova) بدراسة مقطع فى خشب الصنوبر الذى إستخرج من تربة مائية بالمقارنة بمقطع من خشب الصنوبر العادى، وانتهت إلى القول بما يأتى :ـ



خشب الصنوبر العادى

خشب الصنوبر المستخرج من تربة مائية

(١) تفقد فى المرحلة الأولى الطبقات الثانوية المبطنة لحوصلة الخلية خواصها الخشبية، حتى أن كثيرا منها لا يتصلب بفعل الماء الذى يملأ الفراغ الداخلى للخلية.

(٢) تنفصل فى مرحلة تالية الطبقات الثانوية وتتكوم داخل الخلية، بحيث تظهر جدران الخلايا مطموسة غير واضحة تحت الميكروسكوب وتتحول إلى مادة لزبة.

(٣) فى المراحل المتقدمة من التلف تزول الطبقات الثانوية تماما وتبدأ عملية تآكل الجدران الخارجية للخلايا، وهى التى تفصل كل خلية عن الأخرى. ولما كان التآكل من هذا النوع يحدث أولا فى الطبقات الداخلية ويمتد إلى الجدران الخارجية ببطء، فإن الجدران الخارجية الرقيقة تحفظ شكل الخلايا إلى مدة طويلة، غير أن التجفيف الفجائى يؤدى إلى حدوث إنكماش شديد وتقلص وتعوج فى هذه الجدران.

هذا وقد لوحظت مثل هذه التغيرات فى من الأخشاب الصلدة والأخشاب الطرية بأنواعها المختلفة، ولو أنها تتفاوت فى درجتها. وفى كل الحالات تبدو الخلايا الواسعة للأشعة النخاعية فى حالة حفظ جيدة.

طرق علاج الأخشاب المستخرجة من تربة مائية

تبنى طرق علاج الأخشاب المستخرجة من تربة مائية على أساس إحلال الماء القابع فى الخلايا والمسام بمواد تجف بالأخشاب وتمنع الخلايا من الإنهيار عند استخلاص الماء منها، أو على أساس تقوية الألياف الخشبية بالدرجة التى تجعلها تقاوم الإنهيار عند تبخر المياه منها. وفيما يلى تفصيل هذه الطرق.

ا] طريقة الكحول ــ الإثير ــ اللدائن

وتعتمد هذه الطريقة على استبدال الماء المتغلغل فى المسام بالكحول ثم الإثير، وأخيرا بمحلول اللدائن التى تقوى جدران الخلايا وتمنع إنكماشها وانهيارها بعد استخراج الماء منها. وتتم هذه الطريقة باتباع أحد الأسلوبين الآتيين :ــ

أسلوب كرامر (Kramer Procedure)

(١) توضع الأخشاب فى محلول نوشادري من فوق أكسيد الهيدروجين ٥٪ لمدة أسبوع للتخلص من اللون الأسود الذى يكسوها نتيجة لتكون بعض التانينات والراتنجات على السطح أثناء وجود الأخشاب فى التربة.

(٢) تغمر الأخشاب بعد ذلك فى حمامات متتالية من الكحول ٩٦٪، حتى يتم استبدال الماء الموجود فى الخلايا بالكحول. وقد تستغرق هذه العملية عدة أسابيع.

(٣) يغمر الخشب فى حمامات متتالية من الإثير الجاف حتى يتم استبدال الكحول بالإثير.

(٤) تغمر الأخشاب بعد آخر حمام إثيري فى محلول إثيري لراتنج الدامار (Dammar resin). ويفضل أن يتم ذلك فى جو مفرغ من الهواء لضمان نفاذ محلول الراتنج إلى داخل الخلايا. وتترك الأخشاب لتجف فيتبخر الإثير ويبقى الدامار داخل الخلايا فيقويها ويمنع إنكماشها.

أسلوب كرستنزن (Christensen Procedure)

(١) توضع الأخشاب فى كحول إثيلى ٩٥٪، بحيث يكون حجم الكحول خمسة أضعاف حجم الأخشاب، وذلك لمدة يومين على الأقل. وقد تتكرر هذه العملية عدة مرات.

(٢) تغمر الأخشاب بعد رفعها من الكحول مباشرة فى إثير جاف لمدة يومين. وقد تتكرر هذه العملية أيضا عدة مرات.

(٣) تترك الأخشاب حتى يتبخر الإثير تبخرا طبيعيا فى الجو العادى.

(٤) تغمر الأخشاب فى محلول ٣٪ من خلات الفنيل المبلمرة فى البنزول النقى (Benzene)، وذلك لفترة قصيرة.

(٥) بعد الجفاف توضع الأخشاب فى محلول ١٠٪ من راتنج الدامار فى الإثير البترولى (درجة غليان ٨٠ ــ ١٠٠مْ).

وتتبع هذه الطريقة فى حالة الكتل الخشبية الصغيرة الحجم ذات القيمة الأثرية العالية، والتى يمكن علاجها بالمحاليل فى أوانى صغيرة.

[٢] علاج الأخشاب بمحلول مائى من مادة البولى إثيلين جليكول (Carbowax 4000)

البولى إثيلين جليكول من المركبات المبلمرة الصناعية، التى تختلف أوزانها الجزيئية حسب درجة البلمرة (n)، فإذا كانت

(n) صغيرة كانت هذه المواد المتبلمرة سائلة، أما إذا كانت (n) متوسطة القيمة فيكون قوامها كالفازلين. والمركبات الكبيرة التبلمر التى تبلغ فيها (n) ٣٥ فأكثر فتكون شمعية المظهر. ولو أن هذه المركبات الكبيرة التبلمر لها نفس الخواص الطبيعية للشموع، إلا أنها تتميز عنها بأنها سهلة الذوبان فى الماء، وذلك على عكس الشموع التى لا تذوب فى الماء. والنوع الذى يستخدم من هذه المركبات فى علاج الأخشاب هو البولى إثيلين جليكول الذى تنتجه شركة « Union carbide » ووزنه الجزيئى ٤٠٠٠ على شكل محلول مائى درجة تركيزه ٢٠٪. وتتلخص هذه الطريقة فى الخطوات التالية :ـ

(١) تعالج الأخشاب بمحلول مخفف من حمض الهيدروكلوريك، وذلك لإذابة جالات الحديد (Iron gallate) وتانات الحديد (Ferric tannate) وأملاح الحديد الأخرى، وكذلك الأحماض الراتنجية. وتنتج كل هذه المواد عن تحلل الأخشاب وتتسبب فى تحول لونها إلى اللون البنى الغامق أو الأسود.
(٢) تغمر الأخشاب بعد ذلك فى الأسيتون لإذابة الأحماض الراتنجية الناتجة عن تميؤ أملاحها المترسبة على سطح الأخشاب وفى مسامها، وكذلك لإحلال الأسيتون محل الماء المتغلغل فى الخلايا والمسام.
(٣) تغمر الأخشاب فى محلول مائى من البولى إثيلين جليكول ذى الوزن الجزيئى ٤٠٠٠ لمدة طويلة حتى تمتص الأخشاب الكمية اللازمة لملء الفراغات.

والعلاج بهذه الطريقة ولو أنه يعطى نجاحا ظاهريا، إلا أنه فى الواقع لا يحمى الأخشاب تماما من الإنكماش بعد الجفاف، وكلما كانت الأخشاب رقيقة كلما كانت فرص النجاح أوفر.

[٣] علاج الأخشاب بالقلفونية الذائبة فى الأسيتون

وتتلخص هذه الطريقة فى الخطوات التالية :

(١) تغمر الأخشاب فى محلول حمض الهيدروكلوريك ٣,٥٪ بالوزن (١ : ٩ بالحجم) لمدة أربعة أيام، ثم تغسل بالماء الجارى لمدة تتراوح من ثلاثة إلى خمسة أيام لإزالة آثار حمض الهيدروكلوريك.
(٢) تغمر الأخشاب فى الأسيتون لمدة أربعة أيام، وعلى أن يغير الأسيتون مرتين وتترك الأخشاب مغمورة فى كل مرة لمدة أربعة أيام. ويستمر الغمر حتى تصل نسبة الماء فى الأخشاب إلى ٠,١٪.
(٣) يحضر محلول مركز من القلفونية فى الأسيتون (بنسبة ٦٧٪) ثم تغمر به الأخشاب لمدة أربعة أسابيع.
(٤) ترفع الأخشاب من محلول القلفونية وتترك فى وضع مائل حتى يتسرب المحلول الزائد عن الحاجة، ثم تغسل أسطح الأخشاب بالأسيتون وتترك لتجف فى الهواء. وقد تحتاج هذه العملية لمدة أسبوع.

وقد أثبتت إختبارات الصلاحية التى أجريت على الأخشاب المعالجة أن هذه الطريقة تعتبر من أفضل الطرق التى يمكن استخدامها فى علاج الأخشاب المستخرجة من تربة مائية.

[٤] طريقة أريجال ث (Arigal C)

الأريجال ث من راتنجات الفورمالدهيد ميلامين (Formaldehyde melamine) ويجرى العمل باتباع الخطوات الآتية :ـ

(١) تغسل الأخشاب بالماء لإزالة الأحماض والمركبات الأخرى التى تنتج عن تحللها فترة وجودها فى تربة مائية .
(٢) تغمر الأخشاب بعد ذلك فى محلول ٢٥٪ من راتنج الميلامين فورمالدهيد وتترك به حتى تتشبع تماما ويحل المحلول محل الماء القابع فى الخلايا والمسام. وقد تستغرق هذه العملية عدة أسابيع حسب حجم الأخشاب .
(٣) ترفع الأخشاب من محلول الميلامين فورمالدهيد، ويضاف اليه المجمد (كلوريد الأمونيوم)، ثم يعاد وضع الأخشاب فى المحلول، على أن ترفع منه قبل تجمده .
(٤) تترك الأخشاب فى وضع مائل حتى يتجمد الراتنج. وقد تصل المدة اللازمة لتجمد الراتنج إلى ٤٠ ساعة .

ولقد أثبتت إختبارات الصلاحية التى أجريت على الأخشاب المعالجة أن هذه الطريقة لا تمنع تماما إنكماش الأخشاب بعد الجفاف، غير أن علاج الأخشاب على دفعات.. أى تشبيع الأخشاب بالراتنج ثم تركها ليتجمد الراتنج فى جو متناقص الرطوبة النسبية بعد كل تجمد، إلى أن تصل إلى درجة الرطوبة النسبية العادية، يساعد كثيرا على حفظ الشكل العام للأخشاب المعالجة وعدم إنكماشها كثيرا. ونظرا لصعوبة العلاج بهذه الطريقة والوقت الكبير الذى تستغرقه، فضلا عن غمقان لون الخشب وعدم عكسية العلاج، فإنه من غير المستحب علاج الأخشاب بهذه الطريقة .

ترميم الأخشــــاب

[١] ملء الفجوات

تملأ الفجوات بمعجون خاص روعى فى تركيبه أن يكون متناسبا من حيث خواصه الطبيعية، كالصلابة والمسامية والشد الناتج عند الجفاف، مع حالة الضعف التى أصبحت عليها الأخشاب القديمة. ويحضر هذا المعجون بمزج المكونات الآتية :ـ

(١) ثلاثة أو أربعة أجزاء من محلول الغراء، ويحضر بوضع ٣٠ جم من غراء الأرنب فى إناء به ٢٠٠سم^{3} من الماء لمدة ٢٤ ساعة ويقلب بعدها ثم يصفى ويضاف إليه قليل من أحد المبيدات الحشرية مثل الـ د . د . ت أو الجامكسان .
(٢) جزء واحد من محلول الليوسيلين ٧,٥٪ .
(٣) جزء واحد من محلول مركز من القلفونية فى الكحول .
(٤) جزء واحد من نشارة خشب ناعمة جدا، يضاف تدريجيا مع التقليب المستمر .
(٥) جزءان من أكسيد الزنك يضافان تدريجيا ويمزجان جيدا .
(٦) ١/٢ جزء من راتنج البيداكريل دون تخفيف .

وتستمر عملية المزج حتى تنتج عجينة متناسقة التركيب والقوام ويضاف إليها اللون الذى يتناسب مع لون الأخشاب. ويستخدم هذا المعجون مباشرة أو يحفظ في إناء من الزجاج واسع الفوهة له غطاء محكم، ويعاد تقليب المعجون جيدا عن الإستعمال فى كل مرة .

[٢] تجميع الأجزاء المنفصلة

- **القطع الصغيرة**

يستخدم فى تجميع القطع الصغيرة الحجم المعجون السابق الإشارة إليه، وباتباع الخطوات الآتية :

(١) تدهن أطراف القطع المراد تجميعها بالغراء حتى تتشبع تماما .

(٢) تغطى الأطراف بطبقة من المعجون باستعمال سكينة معجون صغيرة .

(٣) تجمع الأجزاء المنفصلة فى أوضاعها الصحيحة .

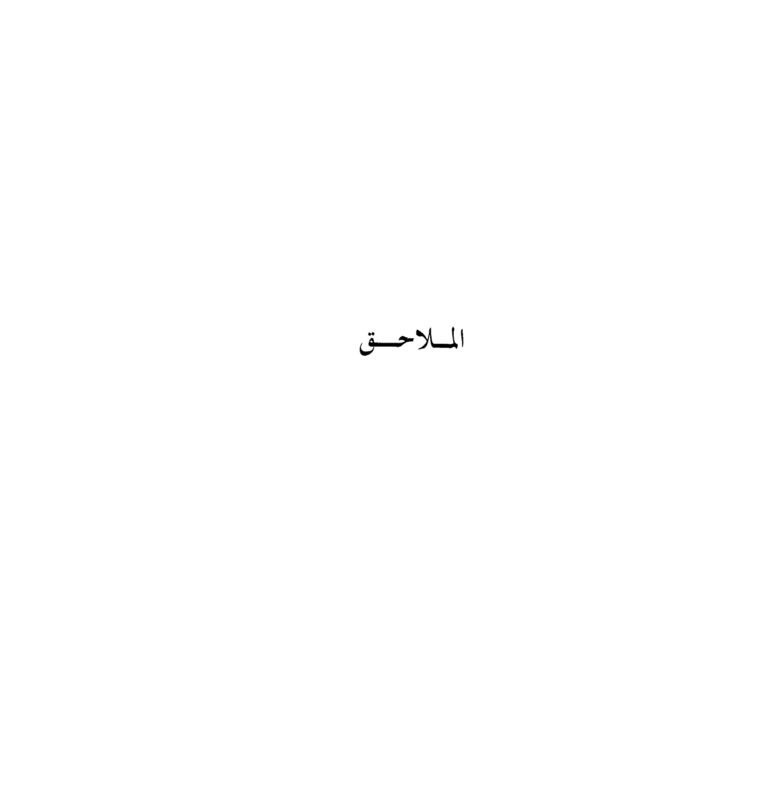
(٤) تكبس القطع الخشبية بعد تجميعها وبعد التأكد من وضعها السليم بواسطة مكبس يدوى مناسب، ثم تترك لتجف وتتماسك أجزاؤها، ويراعى تنظيف المعجون الزائد قبل جفافه .

- **القطع الكبيرة**

تجمع القطع الكبيرة الحجم بعد تقوية أطرافها بمحلول مخفف من المادة المستخدمة فى اللصق، وهى إما محلول مركز من الغراء المضاف إليه مبيد حشرى ونشارة الخشب الناعمة أو إحدى اللدائن الصناعية، وتفضل لدائن الإيبوكسى، المضاف إليها نشارة الخشب. وفى كلتا الحالتين تقوى أماكن التجميع بأسافين خشبية على شكل (×) أو بالجبائر الخشبية أو بالزوايا المعدنية أو بغير ذلك من الطرق .

- **تقوية وتثبيت طبقة الملاط**

تقوى وتثبت طبقة الملاط، إن وجدت على أسطح الأخشاب، بحقنها من الخلف بمستحلب خلات الفنيل المبلمرة (الفينافيل) المخفف بالماء بنسبة ١ : ٥، مع ضغطها براحة اليد وهى لينة باستخدام قطع من النايلون عند الضغط، ويجب إزالة كمية الفينافيل الزائدة باستعمال قطعة من الإسفنج المبلل بالماء، حتى لا تتسبب فى لمعان السطوح .



الملاحق

أمثلـــــة
لأعمال الترميم العلاجى
فى المملكة العربية السعودية

قامت الإدارة العامة للآثار والمتاحف فى نطاق الجهود المبذولة والرامية للحفاظ على التراث المعمارى للمملكة العربية السعودية بالعديد من الأعمال الترميمية العلاجية التى شملت بعضا من المبانى الطينية التاريخية، حيث تضمن برنامج الترميم فى كل منها استخدام مواد كيميائية وقائية من الراتنجات الصناعية بغرض المحافظة على البناء من الإنهيار بفعل عوامل التعرية ولفترات أطول من المعتاد .

ومن أمثلة هذه المبانى نذكر الآتى :ـ

(١) منزل الأمير ناصر بن سعود بحى الطريف فى الدرعية القديمة .

(٢) منزل الشيخ محمد بن عبد الوهاب فى حريملاء .

(٣) قصر المغفور له جلالة الملك عبد العزيز بحى المربع بالرياض .

(٤) برج الشنانة بمنطقة القصيم

(٥) مسجد سعد بمدينة الدرعية القديمة .

ولما كان ترميم وصيانة هذه النوعية من المبانى الأثرية والتاريخية المشيدة باللبن يتطلب ليس فقط إعادة البناء وتلييس الجدران بالطرق التقليدية المألوفة، وإنما يتطلب أيضا معالجة الأجزاء المكشوفة المعرضة لتأثير مياه الأمطار والتفاوت الكبير فى درجات الحرارة والرطوبة فى ساعات الليل والنهار وفى فصول السنة المختلفة بمادة تنفذ إلى مبانى الطين لتقلل بشكل كبير من فرص انهيارها بفعل مياه الأمطار أو تشرخها وتشققها بفعل الطقس الحار، مع المحافظة فى نفس الوقت على ترابطها الجمالى من حيث المظهر والشكل، فقد قامت الإدارة العامة للآثار والمتاحف بالعديد من الدراسات والتجارب استخدمت فيها بعض المركبات الكيميائية من الراتنجات الصناعية المقوية غير المنفذة لمياه الأمطار، وهى مركبات السوُفيرم والتيراكريت .

ولقد كان التطبيق العملى والرائد لهذا الإتجاه هو إصلاح جزء من بيت الأمير ناصر بن سعود بن عبد العزيز بن محمد بمساحة ١٠٠م٢ بحى الطريف بمدينة الدرعية القديمة التى أنشئت فى منتصف القرن التاسع الهجرى وازدهرت فيما بعد بفضل دعم آل سعود ومناصرتهم لدعوة الإمام محمد بن عبد الوهاب فى أوائل النصف الأول من القرن الثانى عشر الهجرى (١١١٥هـ)، وعمرت نواحيها بالمبانى الطينية الغنية بالعناصر المعمارية التقليدية والزخارف المتنوعة، من عقود مدببة وشرفات مسننة ودخلات غائرة وزخارف مفرغة، إلى المداخل الضخمة وفتحات المراقبة والدفاع .

ولقد شيدت هذه الوحدات المعمارية بقوالب من اللبن المخلوط بكسر صغيرة من الحجر الجيرى بغرض التقوية، أما طبقة اللياسة فهى من الطين والرمل المخلوط بالقش، هذا إلى جانب استخدام الأحجار الجيرية أحيانا فى بناء الأساسات وكذلك فى إقامة الأعمدة .

ولقد جرى ترميم مجموعة الحجرات التى تحيط بالفناء المتسع المكشوف بمنزل ناصر بن سعود، طبقا للأسلوب التقليدى الموروث، إذ جرى تشكيل قوالب من اللبن بحجم مساو للقوالب المستخدمة فى البناء القديم، مع استعمال القش ليزيد من تماسك الطين. وقد كسيت الجدران بلياسة الطين وأعيد بناء الأسقف باستخدام الكتل الخشبية المحلية وجريد وسعف النخيل والطين .

وقد تمت معالجة الأجزاء المكشوفة من المبنى برشها بمادة «السوفيرم»، والتى تتكون من مواد كبريتية غير عضوية مخلوطة مع مواد عضوية مثبتة للطين، إلا أنه ظهر حدوث تفاوت فى اللون بين الأجزاء التى عولجت بهذه المادة وبين الأجزاء القديمة، إلى جانب حدوث إنفصال محدود بين طبقة اللياسة وبين الجدران فى بعض الأماكن. وفيما عدا ذلك فقد نجحت المادة فى زيادة صلابة قوالب اللبن واللياسة ومنع نفاذ مياه الأمطار إليها.

أما التجربة الثانية، فقد استخدمت فيها مادة «التيراكريت»، التى تتكون من خلات الفنيل أكريلك (Vinyl acetate acrylic polymer) وقد تم تطبيقها فى قصر الشيخ محمد بن عبد الوهاب بقرية حريملاء ويرجع تاريخه إلى عام ١١٣٨ هجرية (١٧١٦م). وقد نجحت هذه المادة فى زيادة صلابة قوالب اللبن واللياسة ومنع نفاذ مياه الأمطار إليها، مع عدم حدوث تغير فى اللون.

كما استخدمت مادة التيراكريت أيضا في معالجة اللياسة الطينية بواجهات قصر المغفور له جلالة الملك عبد العزيز بحى المربع بالرياض، والذى أنشىء فى عام ١٣٥٨هـ على غرار القصور المحصنة، على مساحة تبلغ حوالى ٢٠٠٠م٢. وقد أدى استخدام هذه المادة إلى تقوية اللياسة ومنع نفاذ الأمطار إليها.

وثمة تجربة أخرى قامت بها الإدارة العامة للآثار والمتاحف من أجل صيانة برج الشنانة بمنطقة القصيم، والذى يرجع بناؤه لعام ١١١٥هـ، باستخدام مادة «التيراكريت» أيضا.

وبرج الشنانة شبه مخروطى الشكل ذو قاعدة مستديرة يتكون من عشرة طوابق بارتفاع نحو ٢٧ مترا، يفصل بينها أسقف من جذوع وأفرع خشب الأثل وجريد وسعف النخيل، وترتكز على قطع حجرية متراصة بعضها بجوار البعض الآخر وبكامل جدار البرج وأسفل الأسقف. ويمر الداخل إلى البرج من خلال فتحة بالدور الأرضى بارتفاع ٨٥سم، وعرضها من أسفل ١٠٠سم، ومن أعلى ٣٠سم. والبرج مشيد بمداميك من الطوب اللبن فوق بعضها بكامل إستدارة جداره من الخارج، كما تدعم جدرانه من الخارج مبان من الطوب اللبن. وقد تم إعادة بناء الأجزاء المتهدمة من البرج عند القمة، وأعيدت تغطيته من الخارج والداخل بلياسة من المونة الطينية، ورممت الأسقف المتصدعة واستكمل الناقص منها بنفس الأسلوب القديم. وقد أعطت مادة «التيراكريت» النتائج المرجوة، حيث زادت صلابة طبقات اللياسة التى عولجت بها، ومنع نفاذ مياه الأمطار إليها مع عدم حدوث تغير فى اللون.

وقد كانت آخر تجارب الإدارة العامة للآثار والمتاحف فى هذا المضمار، هى تلك التجربة التى قامت بها فى عام ١٤٠١هـ لمعالجة الأجزاء المكشوفة من مسجد سعد بالدرعية «بالتيراكريت»، وذلك بعد أن تمت عملية ترميمه وإعادته إلى ما كان عليه فى نفس العام.

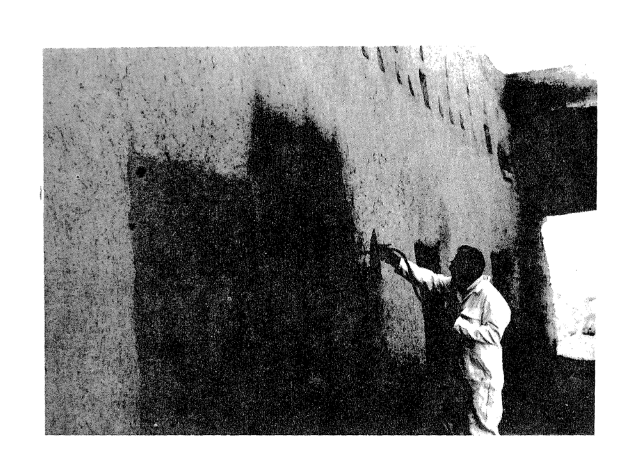
وقد أعطت هذه التجربة النتائج المرجوة، حيث زادت صلابة الأجزاء المعالجة وانعدمت قابليتها لامتصاص مياه الأمطار.

وبعد فإنه يمكن القول باقتناع كامل أن الأسلوب الذى سارت عليه الإدارة العامة للآثار والمتاحف للحفاظ على المبانى

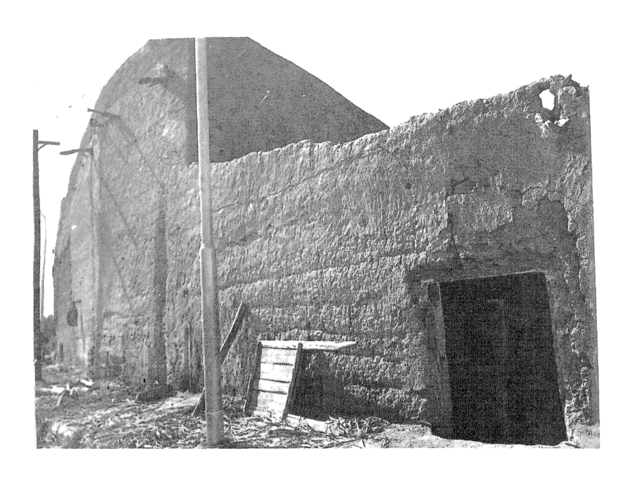
الأثرية والتاريخية بالمملكة العربية السعودية يتفق مع الإتجاه العالمى الذى تبلور فى السنوات الأخيرة فى المعاهد والهيئات العلمية المعنية بالحفاظ على التراث الحضارى الدولى، وسوف يحقق ولا شك الحماية الكاملة للثروة الهائلة من المبانى الأثرية والتاريخية التى تمثل جانبا هاما من جوانب الحضارة العربية .



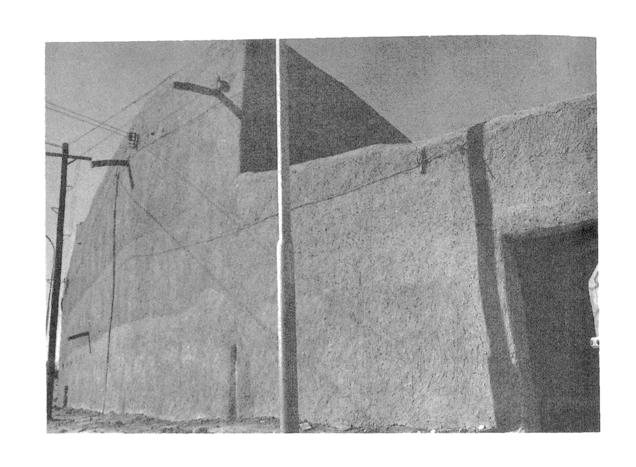
واجهة منزل ناصر بن سعود بن عبد العزيز
« بعد الترميم »



عملية معالجة اللياســـة
بمنزل ناصر بن سعود بن عبد العزيز بالدرعية
بالرش بمادة « السوفيرم »



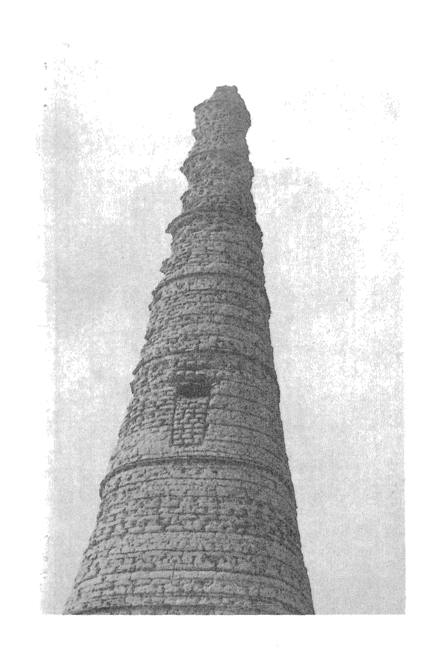
أحد واجهـات
قصر الشيخ محمد بن عبد الوهاب بحريملاء
قبل الترميم (١١٣٨ هـ)



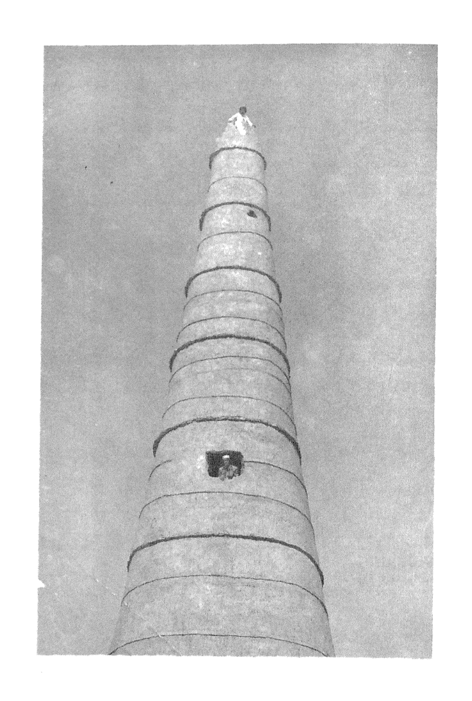
قصر الشيخ محمد بن عبد الوهاب بحريملاء
بعد الترميم وبعد معالجة اللياسـة
بمادة « التيراكريت »



واجهة قصــر
المغفور له جلالة الملك عبد العزيز بحى المربع بالرياض
بعد معالجة اللياسة بمادة « التيراكريت »



برج الشنانة بمنطقة القصيم (١١١٥ هـ)
قبل الترميم



برج الشنانة بعد الترميم
وبعد معالجة اللياسة بمادة « التيراكريت »

الأرشيف الخاص بأعمال الصيانة والترميم

من الواجب أن يضع القائمون بأعمال الصيانة والترميم نصب أعينهم أن ما بين أيديهم من مقتنيات حضارية وثقافية هى أمانة في يد هذا الجيل، ويتعين عليهم رعايتها بالمعرفة والعناية والإخلاص حتى تتسلمها الأجيال اللاحقة .

والمقتنيات الحضارية والثقافية هى ميراث الحاضر والمستقبل، بل إنها ملك لكل الأجيال، وما جيلنا إلا حلقة من حلقات تطور الإنسان فى مفاهيمه ومعارفه .. وليس هو بالطبع نهاية المطاف .

والعلم فى تطوره يأتي كل يوم بالجديد، ولكنه على أية حال لا يوجد من فراغ، فلولا جهد أجيال خلت أورثت جيلنا هذا معارفها وخبراتها وتجاربها، لكنا كما تائها بغير أساس . ومن هذا المنطلق يتعين علينا أن نوصل لمن يأتي بعدنا حصيلة تجاربنا وخبراتنا لينطلق بها إلى آفاق هى بالتأكيد أرحب وأبعد مدى. ومن هذا المنطلق يتضح لنا أهمية الأرشيف العلمى الذى نعبر فيه بكل وسائل التعبير والتسجيل عن أنفسنا، ولا بد أن نهتم به لأنه فى الواقع حق الأجيال القادمة علينا، بل هو فى النهاية تقييم لكل ما نقوم به من أعمال .

وإنني أرى أن تقسم المقتنيات الحضارية والثقافية حسب موادها وأن يحتوى الأرشيف الخاص بأعمال الصيانة والترميم على الأقسام الآتية :ـــ

أولا : قسم الملفات الرئيسية

ويضم المفردات الآتية :ـــ

١ ـــ وصف تفصيلى للحالة المراد علاجها .
٢ ـــ دراسة ميدانية تشمل طبيعة المقتنيات المطلوب علاجها وطبيعة الظروف الموجودة فيها والعوامل التى أثرت عليها فى الماضى .
٣ ـــ نتيجة معاينة الحالة المطلوب علاجها وتقرير مبدئي من المكلف بالعمل يوضح فيه نتائج الفحوص والدراسات التى أجراها ويضمنه وجهة نظره ورأيه والطريقة التي يقترحها للترميم والصيانة .
٤ ـــ تقرير نهائي يوضع بمعرفة رؤساء الأقسام وبحضور المكلفين بالعمل توضح فيه المقترحات التى يبديها الرؤساء والتعديلات التى أدخلت على الطريقة الواردة بالتقرير المبدئي وأسبابها .
٥ ـــ إذن ببدء العمل موقعا عليه من الرئيس المسئول .
٦ ـــ التقرير النهائي عن عمليات الترميم والصيانة يوضح به المواد المستخدمة ومشاكل التطبيق والتعديلات التى أدخلت على الطريقة، إن وجدت، أثناء التنفيذ مع توضيح الأماكن التى تم ترميمها على رسم تخطيطى أو صورة فوتوغرافية للحالة موضوع العلاج .

وفى الحقيقة فإننى أرى أن هذا النظام يمتاز بأنه يدفع العاملين على إختلاف مستوياتهم الوظيفية والمهنية إلى التفكير الجدى فى مشاكل العمل ، وأنه يحقق وحدة فى التفكير وأسلوب العمل و يربط بين الجميع برباط من الفهم المتبادل، وهو ينمى روح الجماعة. وفى النهاية يساعد على خلق مدرسة متكاملة فى العمل . ومن ناحية أخرى فإنه تقييم للعاملين و بلورة لجهودهم .

ثانيا : قسم الفيشـــات

ويحتوى هذا القسم على فيشات لكل عملية يوضح بها مكان العمل والقائمين به وموعد بدء العمل والإنتهاء منه، وكذلك وصف موجز لحالة الأثر وطريقة العلاج والمواد المستخدمة .

و يساعد هذا القسم فى الحالات التى تتطلب مراجعة سريعة لسير العمل والإنجازات التى تمت فى هذا المجال .

ثالثا : قسم الصور الفوتوغرافية ووسائل التسجيل الأخرى

ومن الضرورى توضيح دلالة كل صورة، مع مراعاة أن تكون الصور تعبيرا دقيقا عن سير العمل.. وهذا القسم فضلا عن أهميته التسجيلية فإنه إحدى الوسائل التعليمية والمنهجية التى تقرب مضمون العمل للأجيال الجديدة من العاملين فى هذا الحقل .

رابعا : قسم الدراسات والبحوث العلمية

وتودع فى هذا القسم نتائج الدراسات والبحوث العلمية التطبيقية الخاصة بالصيانة والترميم، حتى يسهل الرجوع إليها عندما يراد الإسترشاد بها فى الحالات المماثلة .

الحموضة والقلوية والتعادل

يعرف الحمض بأنه المادة التى ينتج عنها الهيدروجين المتأين (يد$^{+}$) عندما تذوب فى الماء.. أما المادة القلوية فهى المادة التى ينتج عنها أيون الهيدروكسيل (يدأ$^{-}$) عندما تذوب فى الماء .

وعندما تتعادل الأحماض مع القلويات أو العكس، فإنه ينتج عن هذا التعادل ما يعرف بالأملاح. و يستخدم للكشف عن

لأحماض والقلويات ورق عباد الشمس .. والمحاليل الحمضية تغير لون عباد الشمس الأزرق إلى اللون الأحمر، أما المحاليل القلوية فإنها تغير لون عباد الشمس الأحمر إلى اللون الأزرق، بينما المحاليل المتعادلة لا تؤثر على لون عباد الشمس .

الرطوبة النسبيـــة

تعرف الرطوبة النسبية بأنها نسبة كمية الرطوبة الموجودة فعلا فى حجم معين من الهواء (س) إلى كمية الرطوبة اللازمة لتشبع هذا الحجم من الهواء (ص) فى نفس درجة الحرارة .

$$\therefore \text{الرطوبة النسبية} = \frac{\text{س}}{\text{ص}} \times ١٠٠$$

ويقال أن الهواء مشبعا بالرطوبة عندما لا يقوى على حمل كمية أخرى من الماء على هيئة بخار زيادة عما يحمله .. وعندما يبرد الهواء المشبع بالرطوبة، فإن هذه الرطوبة تتكثف على هيئة ندى، لأن الهواء لم يعد قادرا على حمل هذه الكمية من الرطوبة فى درجات الحرارة المنخفضة .. ومن هنا تتضح لنا العلاقة بين الحرارة والرطوبة النسبية. ويستخدم لقياس الرطوبة النسبية أجهزة تعرف باسم الهيجروميتر، ويتوفر حاليا فى الأسواق أنواع عديدة منها .

الكيماويات الخطـــرة

حمض الكبريتيك :

يسبب إحتراق الجلد إذا تلامس معه .. وعند التخفيف يتعين إضافة الحمض المركز ببطء إلى الماء مع التقليب المستمر، وذلك للتخلص من الحرارة الناتجة عن التخفيف، ومن المحظور إضافة الماء إلى الحمض المركز.

الصودا الكاوية :

تسبب إلتهاب الجلد وينتج عن إذابتها فى الماء كمية كبيرة من الحرارة ربما تتسبب فى كسر الأوانى الزجاجية أو على الأقل شرخها، ولذلك يجب إضافتها إلى الماء بالتدريج مع التقليب المستمر. ومن الأفضل إستعمال أوانى من الصينى عند تجهيز محلول الصودا الكاوية .

حمض النيتريك :

يسبب إحتراق الجلد ، كما أنه يتسبب فى إصطباغ المواد البروتينية باللون الأصفر.

حمض الهيدروكلوريك المركز :

يجب الإحتياط عند فتح زجاجات الحمض حيث أن أبخرته تضر بالعيون .

حمض الهيدروفلوريك :

يسبب إلتهاب الجلد . ويجب الإحتفاظ به فى زجاجات من البلاستيك إذ أنه يتلف الزجاج إذا تلامس معه .

حمض الفورميك :

يتسبب فى إلتهاب الجلد إذا تلامس معه .

حمض الكاربوليك (الفينول) :

يتسبب فى التهاب الجلد عندما يتلامس معه .

النوشـادر المركزة :

يجب الإحتفاظ عند فتح الزجاجات التى تحتويها، إذ أن أبخرتها قد تضغط على السدادات وتؤدى إلى تطايرها. وقد ينتج عن ذلك بعض الإصابات. ويجب الإحتفاظ بها فى جو بارد بعيدا عن مصادر اللهب .

فوق أكسيد الهيدروجين (١٠٠ جم) :

يسبب إحتراق الجلد ويجب الإحتفاظ به فى جو بارد بعيدا عن مصادر اللهب .

المذيبات العضوية :

جميع المذيبات العضوية (فيما عدا رابع كلوريد الكربون) من المواد الطيارة شديدة الإلتهاب. ويجب الإحتفاظ بها بعيدا عن مصادر اللهب .. و يتعين تجهيز أماكن تخزينها بمعدات إطفاء الحريق .

الإسعافات الأولية فى أماكن العمل

من الضرورى أن يزود مكان العمل بوسائل الإسعاف الآتية :

١) صندوق للإسعافات الأولية يوضع في مكان يسهل الوصول إليه ويحتوى على المواد والأدوات الآتية :ـــ

أربطة .. كمادات .. شاش .. قطن طبى .. شريط لاصق .. ملقاط دقيق .. إبر وخيط طبي .. دبابيس ومقص .. قطارات دقيقة .. حمام لغسيل العيون .. فازلين .. ملح .. بودرة مستردة .. زيت خروع .. زيت زيتون .. مرهم زنك .. حمض البوريك (مسحوق) .. كلورامين ت (بللورات دقيقة) .

(٢) زجاجات تحتوى على المواد الآتية :ـ

محلول مشبع من حمض البكريك (بكمية كبيرة)
مستحلب الأكريفلافين (بكمية كبيرة)
ماء جير (بكمية كبيرة)
محلول اليود ٢ ٪
محلول حمض البوريك ١ ٪
محلول حمض الخليك ١ ٪
محلول بيكربونات الصوديوم ٨ ٪

عـــلاج الحـــروق

أولا : الحروق الناتجة عن اللهب أو المعادن الساخنة

(١) الحروق الصغيرة :
يغمس الجزء المصاب فى محلول بارد مشبع من بيكربونات الصوديوم لبعض الوقت، ثم يغطى بمرهم أكسيد الزنك أو الفازلين و يربط حتى لا يتعرض للهواء .

(٢) الحروق الكبيرة :
لا يستخدم الزيت أو المرهم، بل يستخدم على الفور مستحلب الأكريفلافين. وإذا كانت اليد أو الذراع هو العضو المصاب، فيجب تغطيته بطبقة خفيفة من القطن المبلل بمستحلب الأكريفلافين.. ويمكن استبدال الأكريفلافين بمحلول مشبع من حمض البكريك. وفى كلتا الحالتين يراعى أن هذه الإسعافات، هى إجراء وقتى فقط ويجب أخذ رأى الطبيب بعد ذلك .

ثانياً : الحروق الناتجة عن الماء المغلى
تدهن على الفور بمستحلب الأكريفلافين أو بمحلول حمض البكريك .

ثالثاً : الحروق الناتجة عن الأحماض
يغسل الجزء المصاب فورا بالماء ثم يغمس فى محلول بيكربونات الصوديوم ٨٪ . وإذا كان الحرق شديدا فيغسل مرة أخرى بالماء ثم يدهن بمستحلب الأكريفلافين أو محلول حمض البكريك .

رابعاً : الحروق الناتجة عن القلويات الكاوية

يغسل الجزء المصاب فورا بالماء ثم بمحلول من حمض البوريك ١٪ . وإذا كان الحرق شديدا فيغسل مرة أخرى بالماء ثم يدهن بمستحلب الأكريفلافين أو بمحلول من حمض البوريك .

علاج إصابات العين

فى جميع الحالات يجب إستدعاء الطبيب بعد القيام بالإسعافات الأولية الآتية :ـ

أولا : علاج الإصابات بالأحماض

إذا كان الحمض مخففا فتغسل العين مرارا بمحلول من بيكربونات الصوديوم ١٪، أما إذا كان الحمض مركزا فتغسل العين أولا عدة مرات بالماء ثم بمحلول بيكربونات الصوديوم ١٪ .

ثانيا : علاج الإصابة بالقلويات الكاوية :

إذا كان المحلول القلوى مخففا فتغسل العين بمحلول من حمض البوريك ١٪، أما إذا كان المحلول مركزا فتغسل العين أولا عدة مرات بالماء، ثم تغسل بمحلول حمض البوريك ١٪ .

ثالثا : علاج الإصابة بشظايا الزجاج :

تزال شظايا الزجاج ــ إذا كان هذا فى الإمكان ــ باستخدام ملقط صغير، ثم تغسل العين فى الحمام الخاص بذلك. وإذا كانت الشظايا داخل العين فتنزع فقط القطع الملتصقة ببياض العين بعيدا عن القزحية أو إنسان العين. وإذا لم يكن هذا ممكنا فيجب أن يستلقى المصاب على ظهره وتترك العين مفتوحة، وذلك بمسك الجفون برفق حتى يحضر الطبيب. ولا مانع من إعطاء المصاب بعض المسكنات .

عــــلاج الجــــروح

أولا : الجروح الصغيرة

يغسل الجرح جيدا بمحلول من الكلورامين ت ١٪ أو بمحلول اليود ٢٪ . ويجب إزالة الأوساخ أو قطع الزجاج ويعاد الغسيل ويربط الجرح بعد ذلك بضماد قوى، وذلك لمنع النزيف .

ثانيا : الجروح الكبيرة :

يستدعى الطبيب على الفور . ويجب منع النزيف بالضغط على الجرح أو بأية وسيلة أخرى .

علاج السموم

أولا : التسمم بالمواد السامة الصلبة أو السائلة :

إذا دخلت الفم دون أن تبتلع فيجب أن تبصق على الفور ثم يغسل الفم مرارا بالماء أما إذا ابتلعت فيجب أن يجرى العلاج على النحو التالي :ـ

(١) الأحماض والقلويات :

تخفف بشرب كمية كبيرة من الماء . وفى حالة الأحماض يشرب بالإضافة إلى الماء كمية كبيرة من ماء الجير ثم اللبن ويجب عدم إعطاء مقيئات .

(٢) أملاح الفلزات الثقيلة :

يعطى للمصاب كمية كبيرة من اللبن أو بياض البيض .

(٣) مركبات الزرنيخ والزئبق

يعطى للمصاب مقىء على الفور .. وعلى سبيل المثال يمكن تناول ملعقة صغيرة من المستردة أو ملعقة كبيرة من ملح الطعام بعد إذابتها فى كوب من الماء .

(٤) سيانيد البوتاسيوم

لا يجدى العلاج ، فهو مميت فى الحال .

ثانيا : التسمم بالغازات :

يجب أخذ المصاب على الفور إلى الهواء الطلق وتخلع ملابسه عند الرقبة . وإذا توقف التنفس فيجب عمل تنفس صناعى حتى حضور الطبيب . وإذا كان الغاز المستنشق هو أبخرة الكلور أو البروم بكميات صغيرة، فيمكن إستنشاق بخار النوشادر أو الغرغرة بمحلول من بيكربونات الصوديوم أو شرب ماء النعناع الدافىء أو القرفة وذلك لراحة الزور والرئتين .

إطفـــاء الحرائق

أولا : **الحريق فى الملابس**

يجب أن يكون مكان العمل مزودا بعدد من البطانيات التى لا تتأثر بالحريق. ويجب أن توضع هذه البطانيات في مكان ظاهر داخل صندوق مفتوح. ويلف المصاب فى البطانية بإحكام على الملابس المشتعلة حتى يتم إطفاء النار.

ثانيا : **الحريق فى مكان العمل**

إن أجهزة إطفاء الحرائق العادية لا تفى دائما بالغرض ، سواء كانت هذه الأجهزة من النوع الرغوى أو من رابع كلوريد الكربون .. ولو أن النوع الأخير أنفع كثيرا. وبصفة عامة تتبع فى إطفاء الحرائق الطرق الآتية :ـ

[1] الرمـــــال

يجب الاحتفاظ فى أماكن العمل بجرادل ملآى بالرمال. ويجب عدم إستخدامها لأى غرض آخر. وتطفأ معظم الحرائق الصغيرة بسكب الرمال عليها. وفى هذه الحالة يجب عدم إعادة الرمال إلى الجرادل مرة أخرى، حيث أنها تمتص جزءا كبيرا من المواد المشتعلة.

[2] **رابع كلوريد الكربون**

يسكب رابع كلوريد الكربون على النار المشتعلة ، وسوف يعمل بخاره الكثيف على إحاطة الحريق كالبطانية فينطفىء. ويتعين فى هذه الحالة تهوية المكان بعد إطفاء الحريق للتخلص من غاز الفوسجين السام الذى يتكون عادة بعد استخدام غاز رابع كلوريد الكربون فى الإطفاء.

الراتنجات واللدائن الصناعية

فى السنوات الأخيرة ونتيجة للتطور المذهل فى علوم الكيمياء ظهرت فى الأسواق مجموعة كبيرة من الراتنجات واللدائن الصناعية . وقد لاقت هذه المنتجات بعد ظهورها رواجا كبيرا واستخدمت فى أغراض كثيرة ومن بينها صيانة وترميم الآثار وغيرها من المقتنيات الحضارية والثقافية. وفى الواقع ساهمت هذه المواد فى حل كثير من مشاكل الصيانة والترميم وأصبح لا غنى عنها، وإن كان بعض العاملين فى هذا الحقل يميلون إلى عدم الإفراط فى استخدامها، وذلك على أساس أنها مازالت حديثة الإكتشاف ولا يستطيع أحد الحكم على صلاحيتها لأغراض الصيانة والترميم بصورة نهائية وحاسمة قبل مرور وقت طويل، ومما لا شك فيه أن وجهة النظر هذه لها ما يبررها، مما يحتم أن يكون استخدامها مسبوقا بالدراسة والتجربة حتى يمكن الحكم على صلاحيتها، أو على أقل تقدير حتى يمكن تشغيلها بالطريقة التى تتناسب مع الحالة المطلوب علاجها وترميمها .

وفيما يلي سوف نتناول ولو بشيء من الإيجاز أهم الراتنجات واللدائن الصناعية التي استخدمت في مجال الصيانة والترميم، علما بأنه يتم تشغيلها بصفة عامة حسب تعليمات الشركات المنتجة. ولعله من الأوفق أن نبدأ بتوضيح الفرق بين الراتنجات واللدائن والملدنات، وذلك على النحو التالي :-

- **الراتنجات الصناعية (Synthetic Resins)**

الراتنجات الصناعية مواد عضوية ذات تبلمر عال وتتميز بدرجة كبيرة من الشفافية وتتكون من جزيئات تم تحويرها كيميائيا حتى تكتسب الصفات التي لا تتوفر في المواد الطبيعية .

وتحضر الراتنجات في الصناعة من مواد غير راتنجية، وذلك بالإتحاد بين وحدات بسيطة يطلق عليها اسم المونومر (Monomer) ذات وزن جزيئي صغير وتحويلها إلى مركبات مبلمرة (Polymers) ذات وزن جزيئي كبير.. ويتم الإتحاد بين تلك الوحدات البسيطة بالتكثيف ثم بالتبلمر أو بالتبلمر فقط. وتتميز الراتنجات الصناعية بأنه يمكن تشكيلها وهي في حالة السيولة أو الليونة ثم تتجمد وتحتفظ بشكلها تماما بعد التجمد .

- **اللدائــن (Plastics)**

تتكون اللدائن من الراتنجات بعد أن يضاف إليها مساحيق الألوان والمواد المالئة والمواد الملدنة (Plasticizers) التي تساعد على سهولة تشكيل اللدائن وتكسبها الدرجة المناسبة من اللدونة وتنقسم اللدائن إلى نوعين رئيسيين هما :

(١) اللدائن الناتجة عن تحوير بعض المواد الطبيعية مثل لدائن الكازين ومشتقات السليولوز.

(٢) لدائن صناعية مثل لدائن الفينول واليوريا والميلامين والأكريل والفينايل وغيرها .

- **الملدنـــات (Plasticizers)**

الملدنات مواد تضاف إلى الراتنجات الصناعية لتحوير خواصها الطبيعية، وعلى وجه الخصوص لإكسابها الدرجة المطلوبة من اللدونة. والمواد الملدنة على أنواع منها، ما هو طيار Volatile ومنها ما هو غير قابل للتطاير نسبيا (Non Volatile). والنوع الأخير يتميز بوزنه الجزيئي الكبير وبخواصه الطبيعية التي تتشابه مع الخواص الطبيعية للمتبلمرات. والواقع أن المواد الملدنة القابلة للتطاير لا تبقى بالراتنجات مدة طويلة من الزمن، بل نجد أنها تفقد ببطء، الأمر الذي يترتب عليه ضياع اللدونة وتحول الراتنجات مع الوقت إلى مواد صلبة هشة .

وثمة طريقة أخرى لإكساب الراتنجات الصناعية الدرجة المناسبة من اللدونة ، وذلك عن طريق مزج مونومرين ينتج عنهما راتنج يتميز بدرجة مناسبة من اللدونة. وبهذه الطريقة سوف تكون اللدونة خاصية كامنة ودائمة في الراتنج ذاته ويعرف هذا النوع من الراتنجات باسم الراتنجات المشتركة (Copolymers)

أهم الراتنجات الصناعية المستخدمة في الصيانة والترميم

تنقسم الراتنجات الصناعية تبعا لاستخدامها فى أعمال الصيانة والترميم إلى ثلاثة أنواع رئيسية هى :ــ

[١] راتنجات أو لدائن الثرموبلاستك (Thermoplastics)

وهى مواد صلبة تنصهر أو تلين بالحرارة ثم تتجمد ثانية عندما تبرد . وهى تتألف من سلاسل خطية طويلة (Long linear chains) من جزيئات متكررة ولا توجد بينها وصلات عرضية (Cross linkage) وهذه الأنواع تكون عادة قابلة للذوبان فى المذيبات العضوية إلا إذا كانت ذات تبلمر عال جدا . مثال ذلك خلات الفنيل المبلمرة .

[٢] راتنجات أو لدائن الثرموسيتنج (Thermosetting)

وهذا النوع يتشكل بالحرارة والضغط ، وبعد التجمد لا يمكن تطريتها أو صهرها بالحرارة، كما أنها تصبح غير قابلة للذوبان فى المذيبات العضوية .. وفيها الجزيئات مرتبطة بعضها بالبعض الآخر على شكل نسيج شبكى فى الإتجاهات الثلاثة .. مثال ذلك راتنجات الفينول .

[٣] راتنجات أو لدائن الكولدسيتنج (Coldsetting)

وتحضر بخلط المونومر (Monomer) بالمجمد الخاص به فى درجات الحرارة العادية بنسبة معينة تتوقف على نوع المونومر ونوع المجمد ودرجة الحرارة وكذلك الوقت اللازم للتجمد. والراتنج المتجمد غير قابل للذوبان فى المذيبات العضوية، كما أنه لا يمكن صهره أو تطريته بالتسخين. مثال ذلك راتنجات الإيبوكسى والبولى إستر والراتنجات السيليكونية .

وتتوفر الراتنجات الصناعية التى يمكن إستخدامها فى أعمال الصيانة والترميم فى الأسواق على الصور الآتية :

(أ) مواد صلبة قابلة للذوبان فى المذيبات العضوية . وهى من نوع الثرمو بلاستك .

(ب) مستحلبات (Emulsions) ، وهى أصلا من راتنجات الثرموبلاستك الغير قابلة للذوبان فى الماء، ولكنها تحضر بطريقة خاصة على صورة معلق غليظ القوام، وبحيث يمكن تخفيفها قبل الجفاف بالماء. مثال ذلك مستحلب خلات الفنيل (الفينافيل) .

(جـ) سوائل لزجة أو عجائن من المونومر تباع مع المجمد الخاص بها وبحيث تمزج بالمجمد قبل الإستعمال مباشرة . وهى من نوع الكولدسيتنج .

وفيما يلى سوف نتناول بشىء من التفصيل أهم الراتنجات واللدائن الصناعية المستخدمة فى الصيانة والترميم، وذلك على النحو التالى :ــ

بيان بأهم الراتنجات واللدائن المستخدمة في أعمال الصيانة والترميم

أولا: راتنجات أو لدائن الثرموبلاستك·

•خلات الفنيل المبلمرة

(Polyvinyl acetate)

[١] الصيغة الكيميائية: $(-CH_2 - \underset{\underset{CH_3OO}{|}}{CH} -)_n$

حيث (n)هي درجة التبلمر (Degree of Polymerization)

[٢] الخواص:

(أ) ـــ درجة الثبات (Stability)

لا تتأثر بالضوء.. تعرضها للضوء القوي لفترات طويلة قد يزيد من حساسيتها للتأثر بالماء، ولكنه لا يؤدي إلى حدوث إصفرار في لونها. لا تتأثر قابليتها للذوبان في المذيبات العضوية بمرور الوقت.

(ب) ـــ قابلية الذوبان: (Solubility)

قابلة للذوبان في الطولوين وفي المذيبات العضوية الأروماتية. ومن ناحية أخرى فإنها قابلة للذوبان في الكحولات المضاف إليها الماء بنسبة ضئيلة جدا، كما أنها قابلة للذوبان في الإسترات والكيتونات. تنتفخ في الماء بدرجة طفيفة.

(جـ) ـــ الخواص الميكانيكية: (Mechanical Properties)

النوعيات ذات درجات التبلمر الصغيرة تعطي بعد جفافها غشاء لدنا طريا، أما النوعيات ذات درجات التبلمر الكبيرة فإنها تعطي بعد جفافها غشاء صلبا وهشا.

(د) ـــ درجات الحرارة اللازمة للتطرية:

تلين عند درجات حرارة تتراوح ما بين ٦٠° م، ٢٠٠° م تبعا لدرجة التبلمر.

•كحول البولي فنيل

(Polyvinyl alcohol)

[١] الصيغة الكيميائية: $(- CH_2 - \underset{\underset{HO}{|}}{CH} -)_n$

حيث (n)هي درجة التبلمر (Degree of Polymerization)

وتوجد منه أنواع عديدة تبعا لدرجة التحليل المائي. وبصفة عامة تنحصر درجة التحليل المائي في الحدود الآتية:ـــ

٧٥ ـــ ٨٠٪ تحليل مائي (Hydrolysis)
٨٥ ـــ ٩٠٪ تحليل مائي
٩٧,٥ ـــ ١٠٠٪ تحليل مائي

٢] الخواص:

(أ) ـــ درجة الثبات:

لا يتأثر إلى حد كبير بالضوء.. التعرض المستمر لضوء شديد يؤدي إلى حدوث نقص ملحوظ في قوته.. لا تتأثر قابليته للذوبان بفعل الضوء.. الحرارة إلى أكثر من ١٠٠°م تؤدي إلى حدوث إصفرار في لونه، وتؤثر أيضا في قابليته للذوبان.

(ب) ـــ قابليته للذوبان:

جميع أنواع كحول البولي فنيل قابلة للذوبان في الماء، إلا أن الأنواع كاملة التحليل المائي هي أقلها قابلية للذوبان وتحتاج لإذابتها إلى تسخين عند درجة حرارة تتراوح ما بين ٨٥، ٩٠°م، بينما الأنواع التي توجد بها خلات (Acetates)غير متحللة تذوب في الماء بسرعة كبيرة.

(جـ) ـــ درجات الحرارة اللازمة للتطرية:

يلين إلى ما يقرب الإنصهار عند درجة حرارة تتراوح ما بين ١٢٠، ١٥٠°م.

(د) ـــ الخواص الميكانيكية:

جميع الأنواع وخاصة الأنواع ذات درجات التبلمر العالية تعطي بعد جفافها غشاء يتميز بدرجة كبيرة من المتانة والمرونة. وتعتمد متانة الأغشية المتكونة بعد جفاف كحول البولي فنيل على الرطوبة.. وقد ثبت بالتجربة أن الأنواع التي يوجد بها كمية متوسطة من الخلات (Medium acetate grades)تظل محتفظة بقوة اللصق حتى درجة رطوبة نسبية مقدارها ٩٠٪. وتتميز الأغشية المتكونة بعد جفاف كحول البولي فنيل بعدم قابليتها لنفاذ الغازات الجوية.

(هـ) ـــ قابليته للإصابة بالكائنات الحية الدقيقة:

المحاليل المائية، وخاصة المحاليل ذات درجات التركيز المنخفضة لها قابلية كبيرة لنمو الفطريات عليها.. وللتغلب على ذلك يضاف إليها كمية صغيرة من الكلورو فينولات مثل البنتاكلورو فينول. وعلى العكس من ذلك نجد أن الأغشية المتكونة بعد جفاف كحول البولي فنيل ليس لها قابلية للإصابة بالفطريات أو البكتريا.

- البولي فنيل فورمال (Polyvinyl Formal)
- البولي فنيل أسيتال (Polyvinyl Acetal)
- البولي فنيل بيوتيرال (Polyvinyl Butyral)

وجميعها من لدائن الثرموبلاستك التي تحضر من كحولات البولي فنيل بتفاعلها جزئيا مع الفورمالدهيد والأسيتالدهيد والبيوتيرالدهيد على التوالي.

[١] **الصيغة الكيميائية:**

وعلى سبيل المثال فإن الصيغة الكيميائية للبولي فنيل بيوتيرال هي:

$$(-CH_2-\underset{\substack{|\\O}}{CH}-CH_2-\underset{\substack{|\\O}}{CH}-)_n \qquad \text{(O–CH(}C_3H_7\text{)–O ring: } \overset{}{CH}-C_3H_7)$$

حيث (n)هي درجة التبلمر

[٢] **الخواص:**

(أ) ــ درجة الثبات:

جميعها لا تتأثر بالضوء والحرارة.

(ب) ــ قابليتها للذوبان:

البولي فنيل فورمال يذوب فقط في المذيبات العضوية القوية، أما البولي فنيل أسيتال والبولي فنيل بيوتيرال فإنهما يذوبان في الكحولات والأسيتون والهيدروكربونات الأروماتية.

(جـ) ــ الخواص الميكانيكية:

جميعها تعطي بعد الجفاف أغشية صلبة (Tough Films)، ونجد أن أغشية البولي فنيل فورمال أكثرها صلابة، بينما أغشية البولي فنيل بيوتيرال أكثرها لدونة، ولهذا فإنها تستخدم كورنيش لتغطية الصور والنقوش.

•البولي ميثاكريلات

(Polymethacrylates)

[١] **الصيغة الكيميائية:**

$$(-CH_2-\underset{\substack{|\\COOR}}{\overset{\substack{CH_3\\|}}{C}}-)_n$$

حيث (n)هي درجة التبلمر.

When R = CH_3 - it is called Polymethyl methacrylate.

R = $CH_3\,CH_2$ - it is called Polyethyl methacrylate.

R = $CH_3\,CH_2\,CH_2\,CH_2$- it is called Polynormal butyl methacrylate.

R = $(CH_3)_2CH-CH_2$- it is called Polyisobutyl methacrylate

[٢ الخواص:

(أ) ـــ درجة الثبات:

جميع الأنواع لا تتأثر بالضوء وثابتة حتى درجة حرارة ٢٥٠° م.. وقد ثبت بالتجربة أن قابليتها جميعا للذوبان تتأثر بفعل الضوء دون أن يترتب على ذلك أي تغيير في مظهرها، وخاصة فصائل الأيزوبيوتيل (Isobutyl)

(ب) ـــ قابليتها للذوبان:

جميعها قابلة للذوبان في الطولوين وزيت التربنتين والهيدروكربونات الأليفاتية التي تحتوي على نسبة تتراوح ما بين ٢٥،٣٥٪ من الهيدروكربونات الأروماتية.

(جـ) ـــ درجات الحرارة اللازمة للتطرية:

البولي مثيل ميثاكريلات	٧٢°م
البولي إثيل ميثاكريلات	٥٥°م
البولي أيزوبيوتيل ميثاكريلات	٥٤°م
البولي نورمالبيوتيل ميثاكريلات	٢٥°م

(د ـــ الخواص الميكانيكية:

تعطى بعد جفافها غشاء صلبا لامعا شفافا.. ونجد أن أغشية البولي مثيل ميثاكريلات أصلبها، بينما أغشية البولي نورمالبيوتيل ميثاكريلات أكثرها مرونة.

•الراتنجات المعروفة باسم أ و٢، م س٢، م س٢أ

(Resins AW2. MS2, MS2A)

وهذه الراتنجات تستخدم كورنيشات لتغطية الصور والنقوش، وذلك لكونها تماثل أصماغ الدامار والمستكة، ولأن قابليتها للذوبان لا تتغير بمرور الوقت شأنها في ذلك شأن الأصماغ الطبيعية، وهذه في الواقع ميزة كبيرة تجعل في حيز الإمكان إزالتها في أي وقت دون الإضرار بالأسطح المعالجة بها.

[١] التركيب الكيميائي:

يتكون راتنج أو٢، م س٢ من وحدات متشابكة من الهكسانون الحلقي ومثيل الهكسانون الحلقي (Linked cyclohexanone and methylcyclo hexanone)بينما يحضر راتنج م س٢أ من الراتنج م س٢ عن طريق إختزال المجموعات الكيتونية، مما يميزه بدرجة كبيرة من الثبات الكيميائي.

[٢] الخواص:

(أ) ـــ قابليتها للذوبان:

جميعها قابلة للذوبان في زيت التربنتين المعدني، كما أنها قابلة للذوبان بدرجة محدودة في جميع المذيبات العضوية، بما فيها الكحولات.

(ب) ـ درجة الحرارة اللازمة للتطرية:

أثبتت التجارب أن درجة الحرارة اللازمة للتطرية تتراوح ما بين ٨٠،٩٠ °م.

(جـ) ـ الخواص الميكانيكية:

جميعها تعطي بعد الجفاف قشرة صلبة يسهل تحويلها إلى بودرة عندما تحك، خاصة عندما تكون شديدة الجفاف.

* النايلون القابل للذوبان
(Soluble Nylon)

[١] التركيب الكيميائي:

النايلون القابل للذوبان، نوع من النايلون المحور كيميائيا، يعرف باسم هيدروكسي مثيل نايلون (N-hydroxy-methyl nylon) ويحضر بمعالجة النايلون بالفورمالدهيد.

[٢] الخواص:

(أ) ـ قابليته للذوبان:

قابل للذوبان في الكحول المثيلي (الميثانول) الساخن أو في الكحول الإثيلي الساخن، على أن يضاف إلى أيهما الماء بنسبة ٣٠٪. وقد يصبح المحلول هلامي القوام في درجة الحرارة العادية، ولكنه يعود للذوبان ثانية عند تسخينه إلى ٤٠ °م، ولذلك يجب حفظه دائما عند هذه الدرجة طوال مدة استخدامه.

(ب) ـ الخواص الميكانيكية:

عندما يجف محلول النايلون فإنه يكون غشاء يتداخل في السطح المعالج يتميز بدرجة عالية من الليونة وبنفاذية كبيرة لبخار الماء، فضلا عن كونه غير لامع. لذلك فإنه يعتبر من أفضل المواد التي يمكن استخدامها في معالجة الصور والنقوش.

ثانيا: راتنجات أو لدائن الثرموسيتنج

ويستخدم هذا النوع من الراتنجات في علاج الآثار والمقتنيات الحضارية والثقافية، وعلى وجه الخصوص في علاج وترميم الأخشاب. وتتجمد هذه الراتنجات نتيجة لحدوث تفاعل كيميائي بينها وبين المجمد الخاص بها. وتختلف طريقة استخدام هذا النوع من الراتنجات باختلاف الكيفية التي يمزج بها المجمد بالراتنج. وتوجد ثلاثة أساليب لمزج الراتنج بالمجمد الخاص به وهي:ـ

(١) ـ يضاف المجمد إلى الراتنج السائل بنسبة معينة ويمزج به جيدا بحيث يمكن أن يتجمد المزيج بعد فترة وجيزة من عملية المزج.

(٢) ـ يدهن أحد الأسطح المراد لصقها بالمجمد بينما يدهن السطح الآخر بالراتنج ثم يوضع السطحان معا ويضغط فوقهما ببعض الأثقال أو بواسطة مكبس يدوي أو آلي، وبذلك يتجمد الراتنج ويلتصقا معا.

(٣) ـ ينتج الراتنج ممزوجا بالمجمد الخاص به على هيئة بودرة جافة يضاف إليها الماء قبل الإستعمال مباشرة، وبذلك ينشط التفاعل بينهما مما يؤدي إلى تجمد الراتنج.

ويتوفر حاليا في الأسواق ثلاثة أنواع من هذه الراتنجات هي:ـــ

(أ) ــ راتنجات الفينول وتحضر بتكثيف الفينول مع الفورمالدهيد وقد توقف استعمالها في أغراض العلاج والترميم، وذلك لكونها تكسب السطوح المعالجة بها لونا قاتما كريها.

(ب) ــ راتنجات اليوريافورمالدهيد وتحضر بتكثيف اليوليا والفورمالدهيد. وهي من أفضل الأنواع التي يمكن استخدامها في أغراض العلاج والترميم.

(ج) ــ راتنجات الميلامين فورمالدهيد. وتحضر بتكثيف الميلامين والفورمالدهيد.

ثالثا: راتنجات أو لدائن الكولدسيتنج

يتميز هذا النوع من الراتنجات بأنه يتجمد عند درجات الحرارة العادية وبدون ضغط، وذلك عن طريق خلط المونومر بالمجمد الخاص به. ويتوفر حاليا في الأسواق عدد كبير من هذا النوع من الراتنجات وهي:ـــ

(١) ــ راتنجات الإيبوكسي التي يحتوي جزيؤها على مجموعة الإيثوكسيلين النشطة التي يطلق عليها إسم الإيبوكسي. ومن أهم مجمداته الأمينات الأولى والأمينات الثانية والأحماض العضوية وأميداتها.

(٢) ــ راتنجات البولي إستر. وتتكون بتفاعل الكحولات عديدة الهيدروكسيل مع الأحماض عديدة الكربوكسيل. وتوجد منها أنواع كثيرة تعتمد على الطبيعة الخاصة للإسترات.

(٣) ــ راتنجات من مشتقات الأكريلات ذات الوصلات الجانبية (Cross linked acrylates)، وهي من المنتجات الحديثة.

(٤) ــ الراتنجات المعروفة باسم إيستمان ٩١٠ (Eastman 910)وتنتج على هيئة سائل يتجمد بالضغط دون الحاجة إلى إضافة مجمد. ويكفي لإجراء عملية اللصق أن يدهن الجزء المراد لصقه بقليل من الراتنج ثم يثبت في مكانه ويضغط عليه إلى أن يتجمد الراتنج.

وبالاضافة إلى الأنواع السابق ذكرها من الراتنجات واللدائن الصناعية توجد أنواع أخرى من اللدائن الصناعية تنتج عن تحوير بعض المواد الطبيعية، ومنها لدائن مشتقات السليولوز. وتستخدم لدائن مشتقات السليولوز بكثرة في مجال الصيانة والترميم. والأنواع الشائعة الإستعمال منها هي:ـــ

(أ) ــ **لدائن نترات السليولوز:**

وهي تعرف باسم البانمة وتذاب في محلول مكون من الأسيتون وخلات الأميل بنسبة ١:١ للحصول على المواد اللاصقة المعروفة باسم الداج. ويمكن إذابتها أيضا في الأسيتون وخلات الأميل بنسبة ٢٪ لاستعمالها في أعمال التقوية. ومن عيوب لدائن نترات السليولوز أنها قابلة للإشتعال وتتحلل مكونة حمض النيتريك، كما أن لونها يتغير بفعل الضوء. ولذلك فإنها لا تستخدم حاليا في أعمال الصيانة والترميم.

(ب) ـــ لدائن خلات السليولوز:

وتستخدم بكثرة في أعمال الصيانة، وهي تتميز بشفافيتها وبعدم تغير لونها بفعل الضوء، كما تتميز بدرجة معقولة من الثبات الكيميائي.

(جـ) ـــ لدائن خلات بيوتيرات السليولوز:

وتتميز بشفافيتها وبأنها أكثر لدائن مشتقات السليولوز ثباتا من الناحية الكيميائية.

ولا يفوتني أن أنوه إلى أن جميع لدائن السليولوز تتأثر بالضوء وتفقد صلابتها بمرور الوقت نتيجة لقابليتها الكبيرة لفقد المواد الملدنة. ومن هذه الوجهة أثبتت التجارب أن لدائن خلات ـــ بيوتيرات السليولوز أكثر هذه اللدائن إحتفاظا بالشفافية والصلابة، ولهذا فإنها أصلح هذه اللدائن لأعمال الصيانة والترميم، وهي تذوب في الأسيتون والطولوين والكحول الإثيلي.

الشموع الطبيعية والمخلقة الشائعة الإستخدام

في عمليات الصيانة والترميم

تنقسم الشموع حسب مصادرها وطريقة صنعها إلى عدة أقسام هي:ـــ

أولا: الشموع الطبيعية غير البترولية

وأهمها شمع النحل وشمع الكارنوبا واللانولين. وهي تتركب من إسترات يمكن تحليلها تحليلا مائيا لتعطي حمضا عضويا وكحولا. ويحتوي كل منها عادة على ذرات كربون يتراوح عددها بين ١٦، ٣٠ ذرة ويمكن تصبينها بهيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم لتعطي صابونا وكحولا له وزن جزيئي عال.

•شمع النحل (Bees Wax)

يتركب شمع النحل من بالميتات الميريسيل (Myricyl Palmitate) كما يحتوي على ١٠٪ من الهيدروكربونات ذات الوزن الجزيئي العالي وعلى نسب صغيرة من الأحماض الدهنية الطليقة والكحولات. وينصهر شمع النحل عند درجة حرارة تتراوح ما بين ٦٢، ٦٤°م ويذوب في الإثير والكلوروفورم ورابع كلوريد الكربون، كما يذوب في زيت التربنتين النباتي ويذوب جزئيا في زيت التربنتين المعدني البارد، ولونه الطبيعي أصفر داكن، غير أنه يمكن تبييض لونه، وذلك بوضعه في ضوء الشمس أو بتسخينه مع فحم حيواني أو فحم نباتي.

•شمع الكرنوبا (Carnauba Wax)

يستخرج هذا النوع من الشموع من بعض الأنواع من أشجار النخيل التي تنمو في البرازيل؛ وهو يتكون على الأوراق في صورة طبقات رقيقة ليقيها من تسرب مياهها بالبخر. وتقطع أوراق شجر هذا النخيل وتجفف ويكشط الشمع من فوق سطوحها ويصهر في ماء مغلي ثم يبيض لونه بغليه من الفحم النباتي. وشمع الكرنوبا صلب أصفر اللون ودرجة إنصهاره تتراوح ما بين ٨٣،٨٦°م. وهو يتركب من سيروتات الميريسيل (Myricyl cerotate)ويحتوي أيضا على نسب صغيرة من الهيدروكربونات العالية والأحماض الدهنية الطليقة والكحولات العالية. ونظرا لصلادة هذا الشمع وارتفاع درجة إنصهاره فإنه يعطي سطحا لامعا صلدا عندما يدلك. وهو يصلح كورنيش

بعد إذابته في زيت التربنتين النباتي، وخاصة عندما يخلط بأنواع أخرى من الشموع.

•اللانولين (Lanolin Wax)

وهو المادة الدهنية أو الشمعية التي تستخرج من جزة الغنم. وهو أصفر فاتح نصف شفاف وله رائحة مميزة وقوام نصف صلب كالفازلين. وهو ينتمي للشموع أكثر مما ينتمي إلى الدهون، حيث أنه يتكون في معظمه من استرات الكحولات ذات الوزن الجزيئي العالي من الكولسترول مع أحماض دهنية مثل حمض الفاليريك وحمض البالميتيك. واللانولين يكون مع الماء مستحلبات ثابتة إلى حد كبير ويمكن أن يخلط بنسبة تصل إلى ٨٠٪ من وزنه مع الماء. ومستحلب اللانولين الشائع الإستعمال يحتوي على ٢٥٪ من الماء، وهو يستخدم بكثرة في علاج الجلود ولوقاية الحديد من الصدأ.

ثانيا: الشموع البترولية أو البرافينية

عند تقطير البترول الخام تجمع سوائل مختلفة أولها الإثير البترولي ثم الجازولين ثم زيت التربنتين المعدني ثم الكيروسين ثم زيت البرافين ثم زيوت التشحيم الثقيلة ثم الأسفلت. وعندما يبرد زيت التشحيم الثقيل ينفصل منه الفازلين وشمع البرافين. ويتركب شمع البرافين من الهيدروكربونات المشبعة العالية، وتتراوح درجة إنصهاره ما بين ٣٥،٧٢°م، وكلما زادت درجة الإنصهار كلما زادت صلادة الشمع وصار أكثر كثافة وأقل تبلورا. ولون شمع البرافين أبيض نصف شفاف، وهو قابل للذوبان في البنزول والبنزين والإثير والكيروسين. ونظرا لخموله الكيميائي فإنه يكون مأمون الجانب عند استعماله في أعمال العلاج والترميم.

ثالثا: الشموع المخلقة (Synthetic Wax)

ويوجد منها نوعان هما:

•الشمع دقيق الحبيبات (Microcrystalline Wax)

وهو نوع نصف مخلق ينفصل كنواتج جانبية في عمليات تكرير زيت البترول، ويتركب من هيدروكربونات أليفاتية. ولما كانت هذه الشموع دقيقة الحبيبات أو البللورات فإنها تكون أكثر لدونة من شمع البرافين العادي. ويمكن الحصول على نوعيات مختلفة منها تتفاوت في درجات إنصهارها وصلادتها ومرونتها. ومن أفضل الأنواع المستخدمة في عمليات العلاج والترميم النوع الذي يعرف باسم الكوزمولويد ٨٠ (Cosmoloid 80).

•شموع البولي إثلين جليكول (Polyethylene glycol Wax)

وتتكون من مبلمرات البولي إثلين جليكول ذات الأوزان الجزيئية العالية. وهي تشبه في مظهرها الشموع، ولكنها تختلف عنها في كونها تذوب في الماء في درجات الحرارة العادية، وهي تسمى أيضا كاربو واكس (Carbo Wax)، ومنها النوع المعروف باسم كاربو واكس ١٥٠٠ (Carbo Wax 1500)، الذي يستخدم لعلاج الجلود الهشة بغرض إكسابها بعض المرونة التي فقدتها، ومنها أيضا النوع المعروف باسم كاربو واكس ٤٠٠٠ (Carbo Wax 4000)، وهو يستخدم عادة في علاج الأخشاب.

الاسم بالعربية	الاسم بالإنجليزية	نوع التركيب الكيميائي	الشركة المنتجة	النوع
أكريلويد	Acryloid	راتنجات الأكريليك المشتركة Acrylic copolymer	Rohm & Haas (U.S)	مادة لاصقة
أيروليت	Aerolite	يوريافورمالدهيد	Rohm & Haas (U.S)	مادة لاصقة
أفكولاك	Afcolac	مستحلب خلات الفنيل [illegible]	Pechiney S.A. 23, rue Bolzac Paris 8, France	مادة لاصقة
الكوتكس	Alcotex	كحول البولي فنيل	Du pont	مادة لاصقة
الفار	Alvar	أسيتال البولي فنيل P.V acetal	Shawinigan	مادة لاصقة
أرالديت	Araldite	إيبوكسي (Epoxy)	Ciba	مادة مقوية
أريجال «ج»	Arigal C	ميلامين فورمالدهيد	Ciba	مادة مقوية
أ و ٢	A W 2	هكسانون حلقي مبلمر	B.A.S.F	ورنيش
باكيليت AYAF	Bakelite AYAF	خلات الفنيل المبلمرة	Union Carbide	مادة لاصقة وورنيش
باكيليت XYHL	Bakelite XYHL	بيوتيرال البولي فنيل P.V butyral	Union Carbide	مادة لاصقة وورنيش
بيداكريل ١٢٢ س	Bedacryl 122x	ميثاكريليك Methacrylic	I.C.I	مادة مقوية بالإسقاء
بيداكريل «ل»	Bedacryl L	مستحلب الميثاكريليك	I.C.I	مادة مقوية بالإسقاء
بوندا فيللر	Bonda Filler	بولي إستر (Poly ester)	Bonda filler, England	مادة مقوية
بيوتيار	Butyar	بيوتيرال البولي فنيل	Shawinigan	مادة لاصقة
كاربو واكس	Carbowax	شمع البولي إثلين جليكول	Union Carbide	مادة مقوية
كاسكاميت	Cascamite	يوريافورمالدهيد	Leicester, Lovell North Badderley Southampton, England	مادة لاصقة
كاسكوريز	Cascorez	خلات الفنيل المبلمرة	Leicester, Lovell North Badderley Southampton, England	مادة لاصقة
سيلاكول	Celacol	مشتقات سليولوزية قابلة للذوبان	British celanese	مادة لاصقة
سيللوفاس	Cellofas	مشتقات سليولوزية قابلة للذوبان	I.C.I	مادة لاصقة
كوزموليد	Cosmolloid	شمع	Astor Boisellier & Lawrence, 9 Savoy Str. London W.C.2	مادة مقوية
كورلوز	Courlose	مشتقات سليولوزية قابلة للذوبان	British celanese	مادة لاصقة
إيستمان ٩١٠	Eastman 910	سيانوكريلات Cyanocrylate	Eastman Kodak	مادة لاصقة
إلفانول	Elvanol	كحول البولي فنيل	Du pont	ورنيش

الإسم بالعربية	الإسم بالإنجليزية	طبيعة التركيب الكيميائي	[illegible]	[illegible]
إيبيكوت	Epicote	إيبوكسي	Shell Chemicals	مادة تقوية [illegible]
إيون	Epon	إيبوكسي	Shell Chemicals	مادة [illegible]
إيوفين	Epophen	إيبوكسي	Leicester Lovell	مادة مقوية
فورمفار	Formvar	فورمال البولي فنيل P.V formal	Shawinigan	مادة لاصقة
جالاتاك	Galatac	مستحلب خلات الفنيل	I.C.I	مادة لاصقة
جلفا	Gelva	خلات الفنيل المبلمرة	Shawinigan	مادة لاصقة وورنيش
جلفاتول	Gelvatol	كحول البولي فنيل	Shawinigan	مادة لاصقة وورنيش
جوسينول	Gohsinol	كحول البولي فنيل	Nippon Synthetic Chemicals, Tokyo	ورنيش
هوماليت	Homalite	بولي إستر	Homalite Corporation Wilmington 4. Delaware, U.S.A	مادة مقوية
هوستافان	Hostaphan	تيرلين	Hoechst	حوامل
إريدان (ح.أ.ب)	Iridan CAB	مشتقات سليولوزية	Eastman Kodak	حوامل
لوكوثيرم	Lokotherm	إيبوكسي	Bayer	مادة مقوية
ليمول	Lemol	كحول البولي فنيل	Borden	ورنيش
ليوسيت	Lucite	أكريليك	Du pont	حوامل
مارانيل	Maranyl c 109/p	نايلون قابل للذوبان	I.C.I	مادة لاصقة
ماركو	Marco	بولي إستر	Scott Bader	مادة مقوية
ملينيكس	Melinex	تيرلين	I.C.I	حوامل
ميثاكرول	Methacrol	أكريليك	Du pont	مادة لاصقة
موفيليث	Movilith	خلات فنيل مبلمرة	Hoechest	مادة لاصقة
موفيول	Moviol	كحول البولي فنيل	Hoechest	مادة لاصقة
موفيتال	Movital	أسيتال البولي فنيل	Hoeshest	مادة لاصقة
م س ٢، م س ٢ أ	MS2 and MS2A	هكسانون حلقي متبلمر	Howards	ورنيش
ميلار	Mylar	تيرلين	Du pont	حوامل
مافتوفلكس	Maftoflex	كبريتيد متبلمر	Kautschuk G.M.B.H Frankfurt aM.	مادة لعمل القوالب
بالاتول	Palatol	بولي إستر	B.A.S.F	مادة مقوية
بولي إثلين	Polyethylene	شمع	Shell Chemicals	مادة مقوية

الإسم بالعربية	الإسم بالإنجليزية	نوعية التركيب الكيميائي	الشركة المنتجة	النوع
جليكول	glycol			
بيرماجيل	Permagile	إيبوكسي	Permagih Distributers Inc., 130 sunrise Highway, valley stream Long Island, N.Y.	مادة لاصقة
برسبكس	Perspex	أكريليك	I.C.I	حوامل (ألواح)
بلكسي جلاس	Plexiglass	أكريليك	Rohm & Haas (U.S)	حوامل (ألواح)
بلكسيجم	Plexigum	أكريليك	Rohm & Haas (U.S)	مادة لاصقة
بلكسيسول	Plexisol	مستحلب أكريليك	Rohm & Haas	مادة لاصقة
بلكسيجول	Plexit[illegible]	أكريليك	Rohm & Haas	مادة لاصقة
بولي فيول	Polyviol	كحول البولي فنيل	Wacker	مادة لاصقة وورنيش
بولي واكس	Polywax	شمع البولي إثلين جليكول	Hoechst	مادة مقوية
بوفال	Poval	كحول البولي فنيل	Kurashiki, Tokyo	ورنيش
بريمال	Primal	مستحلب أكريليك	Rohm & Haas (U.S)	مادة لاصقة
روكستر	Rochester	بولي إستر	Rhone-Poulenc	مادة لاصقة وورنيش
رودوباس	Rhodopas	خلات فنيل مبلمرة	Rhone-Poulenc	مادة لاصقة
رودوفيول	Rhodoviol	كحول البولي فنيل	Rhone-Poulenc	مادة لاصقة وورنيش
روبلكس	Rhoplex	مستحلب أكريليك	Rohm & Haas (U.S)	مادة لاصقة
روفينال	Rhovinal	اسيتال البولي فنيل	Rhone-Poulenc	مادة لاصقة
سيلاستومر	Silastomer	كاوتشوك سيليكوني	Midland Silicon'es	عمل قوالب
سيلوست	Siloset	كاوتشوك سيليكوني	I.C.I	عمل قوالب
سيليبرين	Siliprene	كاوتشوك سيليكوني	Bayer	عمل قوالب
تكنوفيت	Technovit	أكريليك	Kulzer G m b H, Froling Str. 29, Bad Hamburg v.a. Hohe W-Germany	مادة مقوية
تينسول	Tensol	أكريليك	I.C.I	مادة مقوية
تيرفام	Terphame	تيرلين	Cispo, 24 Av. Montaigue Paris 8,	حوامل (ألواح)
تكسيباند	Texiband	خلات فنيل مبلمرة	Scott Bader	مادة لاصقة
فيدريل	Vedril	أكريليك	Montecatini	مادة لاصقة
فيستوليت .	Vistolet	خلات فنيل مبلمرة	Huls	مادة لاصقة

الإسم بالعربية	الإسم بالإنجليزية	نوعية التركيب الكيميائي	الشركة المنتجة	النوع
فينالار	Vinalar	خلات فنيل مبلمرة	Vinyl Products	ورنيش
فينامول	Vinamul	مستحلب خلات فنيل	Vinyl Products	مادة لاصقة
فينافيل	Vinavil	مستحلب خلات فنيل	Montecatini	مادة لاصقة
فينافيلول	Vinavilol	كحول البولي فنيل	Montecatini	مادة لاصقة وورنيش
فينّاباس	Vinnapas	خلات فنيل مبلمرة	Wacker	مادة لاصقة وورنيش
فينيليت	Vinylite	خلات فنيل مبلمرة	Bakelite	مادة لاصقة وورنيش
ويلفك	Welvec	كلوريد البولي فنيل	I.C.I	مادة لعمل القوالب

المركبات التي تحتجز الأشعة فوق البنفسجية

سبق أن أوضحنا تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الألياف الطبيعية والألوان، الأمر الذي يحتم إحتجازها بغرض تلافي أخطارها.. ويتوفر حاليا بالأسواق العديد من المركبات التي تحتجز الأشعة فوق البنفسجية ولا تسمح بمرورها. وفيما يلي بيان هذه المركبات والشركات المنتجة لها.

أولاً: مركبات على هيئة بودرة

الاسم التجاري	الاسم التجاري بالإنجليزية	نوعية التركيب الكيميائي	المذيب	الشركة المنتجة
الاسم التجاري	الاسم التجاري بالإنجليزية	نوعية التركيب الكيميائي	المذيب	الشركة المنتجة
يوفينول (د ٥٠)	Uvinol D 50	مشتقات البنزوفينون Benzophenone	الكحول الأسيتون الإثير	Antara Chemicals 435 Hudson Str., New-York 14, N.Y, U.S.A
يوفينول (د ٤٩)	Uvinol D49	مشتقات البنزوفينون	الطولوين الأسيتون الإثير	Anatra Chemicals 435 Hudson Str., New-york 14, N.Y, U.S.A
يوفينول ٤٩٠	Uvinol 490	مشتقات البنزوفينون	الكحولات الأسيتون الإثير ماء	Antara Chemicals 435 Hudson Str., New-york 14, N.Y, U.S.A
يوفينول (د س ٤٩)	Uvinol D S 49	مشتقات البنزوفينون	ماء	Antara Chemicals 435 Hudson Str., New-York 14, N.Y, U.S.A
كياسورب يو ـ في ـ ٤٩	Cyasorb U.V.49	مشتقات البنزوفينون	الطولوين الأسيتون الإثير	American Cyanamid Co., general chem., Department, 30 Rokefeller Plaza, New York 20, N.Y., U.S.A
كياسورب يو ـ في ـ ٢٨٤	Cyasorb U.V-284	مشتقات البنزوفينون	ماء	American Cyanamid Co., general chem., Department, 30 Rockefeller Plaza New York 20 N.Y., U.S.A
تينوفين (ب)	Tenuvin (P)	مشتقات التريازول Triazole	الطولوين الأسيتون الأثير الكحولات	Geigy, J.R. Geigy S.A., Basle, Switzerland

جدول

ثانيا: منتجات على هيئة ألواح

الإسم التجاري بالعربية	الإسم التجاري بالإنجليزية	المثبت الذي يحتمل [illegible] في المستحضر [illegible]	الشركة المنتجة
[illegible]	Oroglass [illegible]	[illegible]	Rohm & Haas Co., Washington Square, Philadelphia 5 pa, U.S.A
بلكسي جلاس	Plexiglas	[illegible]	Rohm & Haas GmbH Mainzer Strasse, Darm Stadt, W. Germany
ألواح (ل ٨٢٢)	Cast sheet Formula L.822	يوفينول (Uvinol)	AMCEL Co. inc. 49 old bond Str., London W.1., England
سيلاستويد (س ٦٦١)	Celastoid S-661	تينوفين بي (Tinuvin p)	British celanese Ltd, Celanese house, Hanover Square. London, England.
[illegible]	Rhodialite [illegible] colourless.	[illegible]	Societe des Usines Chemique, Rhone-Poulenc, 21 Rue jean caujon Paris 8, France

ثالثا: مركبات على هيئة ورنيش

الإسم التجاري بالعربية	الإسم التجاري بالإنجليزية	المثبت الذي يحتمل [illegible] في المستحضر [illegible]	الشركة المنتجة
انتيزول	Antisol	[illegible]	Antisol Developments, 28 Black Fravis, Manchester, England
آر ١١٤ ٢/٣	R. 114 2/3	[illegible]	Industrial colours Walham Grove, London S.W.6, England

أسماء وعناوين الشركات
المنتجة للراتنجات واللدائن

AMCEL		Celanese Corporation of America 180 Madison Avenue New York 16, N.Y.
		الوكلاء المعتمدون للشركة
	England	– Amcel co. Inc. 49 Old Bond Str., London W.1.
	France	– Rhone-Poulenc, Paris (q.v.)
	Germany	– Plastica Repenning K.G, Hamburg.
	Italy	– Soc. Usvico, Milan
	India	– Industrial and Allied chemicals, Bombay.
	Japan	– Percy Breen, Tokyo.
ANTARA		Antara Chemicals 435 Hudson Str. New York 14, N.Y.
		الوكلاء المعتمدون للشركة
	England	– Fine Dyestuffs and Chemicals Ltd. Calder Str., Manchester 2.
BADISCHE— ANILIN. (B.A.S.F)		Badische Anilin und Soda Fabric A.G. Ludwigs hafen a. Rhein. W.Germany.
		الوكلاء المعتمدون للشركة
	U.S.A	– Leo Robinson Inc. 42 West 57th Str., New York.
	England	– Allied Colloids Ltd., Cleckheaton Rd., Low Moor, Bradford.
BAKELITE		Bakelite Division, Union Carbide Corp., 30 East 42nd Str., New York 17, N.Y.
		الوكلاء المعتمدون للشركة
	England	– Bakelite Ltd., 12-18 Grosvenor Gardens, London SW. 1.
	France	– Laroche Freres, Paris

	Germany	– Brenntag GmbH., Muelheim / Ruhr.
	Italy	– Chem-Plast., Milan.
	India	– National Carbon Co., Bombay, Calcutta, Delhi, Madras.
	Japan	– Tomoe Engneering Company, Tokyo.
BAYER		Bayer A.G., Leverkusen, Rhineland, W. Germany.
BORDEN		Borden Chemical Company, 350 Madison Avenue, New York 17, N.Y., U.S.A.
BRITISH CELANESE		British Celanese Ltd., Celanese house, Hanover Square, London W.1.

الوكلاء المعتمدون للشركة

	France	– Loiret & Haentijens S.A. 44 Rue du Louvre, Paris 1.
	Switzerland	– L. Wachendork & Cie., Basle.
	Italy	– Giambattista Borsa Via Comelico 40, Milan.
CIBA		Ciba A.G., Klybeck strasse 141 (Hauptsitz) Basle, Switzerland.

فروع الشركة

	England	– 96 Piccadilly, London, W.1.
	U.S.A.	– 627 Grenwich Str. New York 14, N.Y.
	Italy	– Viale Premuda 25, Milan.
CYANAMID		American Cyanamid Co., General Chemical Dep., 30 Rockfeller Plaza, New York 20, N.Y.

فروع الشركة

	England	– Cyanamid of Great Britain Ltd., Bush House, Aldwych, London W.C2.
DUPONT		E.I. du Pont de Nemours and Co. INc., Wilmington 98 Delware, U.S.A.

فروع الشركة

England		– E.I. du Pont de Nemours and Co., Bush House, Aldwyeh, W.C.2.
EASTMAN KODAK		Eastman Chemical Products Inc. Kingsport, Tennessee, U.S.A.

فروع الشركة

	England	– Kodak Ltd., Special Chemicals and Plastic, Kingsway, London W.C.2.

GEIGY — J.R Geigy S.A.,
Basle, Switzerland.

فروع الشركة والوكلاء المعتمدون

U.S.A	– Geigy Chemical Corp., P.O.Box 430, Yonkers, New York.
England	– Geigy (Holdings) Ltd., Middleten, Manchester.
France	– Produits Geigy S.A. 43 rue Vineuse, Paris 16.
Germany	– Geigy Verkauss G.m.b.H. Lübig Strasse 53, Frank./Maine.
Italy	– Geigy S.A. Via Martiri Oscuri 24. Casella Postale Milane SERR 3697, Milan.
India	– Suhrid Geigy Trading Private Ltd., P.O.Box 965, Bombay 1.
Japan	– Instrument Engineers Inc., 520 Kishimoto Bldng., no. 18,2 Chome Marunouchi Chiyoda Ku, Tokyo.

HOECHST — Farbwerke Hoechst A.G.
Frankfurt a. Main.

فروع الشركة والوكلاء المعتمدون

U.S.A	– Intercontinental Chemical Corp., Empire State Buildings 350 Fifth Avenue, New York 1, N.Y.
England	– Hoechst Chemicals Ltd., 50 Jermyn Str, London S.W.1.
France	– Peralta S.A.R.L 10 rue Clément Marot, Paris 8.
Italy	– Emelfa S.P.A Casella Postale N. 1847, Milan.
India	– Fedco Private Ltd., Mafatal House, Back bay Reclamation, Bombay 1.
Japan	– Hoechst Dyestuffs and Chemicals, Trading Co. Ltd., New Toyama Building no. 10,2-Chome Azuchi-machi Higashi-Ku, Osaka.

HULS		Chemische Werke Hüls A.G., Marl Kreis Recklinghausen, W. Germany.
I.C.I		Imperial Chemical Industries Ltd., Millbank, London,S.W.1.

فروع الشركة

U.S.A	– I.C.I (New York) Ltd., 488 Madison Avenue, New York 22 N.Y.
France	– I.C.I. (France) S.A. 64 rue Anterre, Paris 17.
Germany	– I.C.I Export Ltd., Schaumain-Kai 17, Frankfurt/Main.
Italy	– I.C.I Ltd., Liaison office for Italy, Via Santa Maria, Fulcorina 6, Milan.
India	– I.C.I (India) Private Ltd., P.O.Box 182 G.P.O Calcutta 1.
Japan	– I.C.I (Japan) Ltd., P.O.Box 198 Higashi Kobe Bank Osaka Buildings 21-4-Cheme, Doshomachi, Higashi-Ku, Osaka.

MONTECATINI — Montecatini, via F. Turati 18, Milan.

الوكلاء المعتمدون

U.S.A	– Chemore Corp., 2 Broadway, New York 4, N.Y.
England	– Joseph Weil & Son Ltd., 39-41 New Broad Str., London E.C.2.
France	Procédés Industriels & Produits Chimique, 7 Rue Viéte, Paris 17.
Germany	– Montan-Chemie G.m.b.H Baseler Strasse 37, Frankfurt a-Main.
India	– R.K. Dundas Eastern Ltd., 135 Mahatma Ghandi Rd., Fort, Bombay.
Japan	– Shirro Trading Co., S.A. Fukoku Buildings, 2-chome-Uchisaiwai cho-chiyoda Ku, Tokyo.

REVERTEX — Revertex Ltd., 51-55 Strand, London, W.C.2.

RHONE—POULENC — Société des Usines Chimiques
Rhône-Poulenc
21 Rue Jean-Goujon, Paris 8.

الوكلاء المعتمدون

	England	– M & B Plastics Ltd., 23-25 East Castle Str., London, W.1.
		– R.W Greeff and Co. Ltd., 31 Gresham Str., London E.C.2
	U.S.A	– Rhodia Inc. N.Y. Central Building 230 Park Avenue New York 17, N.Y.
	Italy	– Luigi Clivio Via Matteo Bandello 6, Milan.
	Germany	– Herbert Bahr Grosse Burstah 23 Hamburg 11.
	India	– Voltas Ltd., Graham Rd., Ballard Estate, P.O.Box 199, Bombay.
	Japan	– Nichizui Trading Co., Ltd., Kinsan Building-Nihonbashi Muromachi Chuo-Ku, Tokyo.
ROHM & Haas		Rohm & Haas G.m.b.H Mainzer strasse, Darmstadt, W.Germany.
ROHM & Haas (Philadelphia)		Rohm & Haas Co., Washington Square Philadelphia 5 Pa, U.S.A.

الوكلاء المعتمدون:

	England	– Charles lennig and co. Ltd., 26 Bedford Row, London W.C. 1.
	Europe	– Minoc S.a. 1 18 rue la Boetie, Paris 8.
SCOTT BADER		Scott Bader and co. Ltd., Wollaston Wellingborough Northants, England.
SHAWINIGAN		Shawinigan Products Corp. Shawinigan Falls, P.Q., Canada.

فروع الشركة والوكلاء المعتمدون

	U.S.A	– Shawinigan Resins Corp. Spring field 1, Mass, U.S.A.
	England	– Shawinigan Ltd., Marlow House Lloyed's Avenue London E. c. 3
	India	– Monsanto Chemicals of India Private Ltd., Wakefield House, Sprott Rd. Ballard Estate. Post Box 344-A Bombay 1.
SHELL		Shell Chemical Co. Ltd., 170 Piccadilly, London W.1.

UNION CARBIDE	Union Carbide Corp. 30 East 42nd Str., New York 17, N.Y.
VINYL PRODUCTS	Vinyl Products Ltd., Butter Hill Carshalton Surrey.
WACKER	Wacker-Chemie G.m.b.H Prinzregenten Str. 22 München, W. Germany.

وكلاء الشركة المعتمدون

U.S.A	– Hanley and Co. Inc. 202 East 44th Str. New York, N.Y.
England	– Bayley, Clanahan & co. Brazennose Str. Manchester.
France	– Arnaud & Rouff 2 rue Jules César Paris 12.
Italy	– Fratelli Wittner Via Mario Pegano 10, Milan.

المبيدات الحشرية والفطرية

في السنوات الأخيرة ظهرت في الأسواق مجموعة جديدة من المبيدات الحشرية والفطرية.. ولاحتمال تغير التركيب الكيميائي لهذه المبيدات مع احتفاظها بنفس الاسم التجاري، فإنه يتعين عدم استخدام المبيدات الحشرية والفطرية في مجال الآثار دون معرفة تركيبها الكيميائي، وذلك حتى يمكن إختيار ما يتناسب مع مادة الأثر من هذه المبيدات. وكقاعدة عامة يجب تجنب إستخدام المبيدات الحشرية والفطرية التي يدخل الكلور في تركيبها، وذلك لاحتمال تحللها مكونة حمض الهيدروكلوريك الحر، الذي يضر بالألياف العضوية الطبيعية، وعلى سبيل المثال فقد ثبت أن سادس كلوريد البنزين (Benzene Hexachloride) يتحلل في وجود آثار طفيفة من المواد القلوية وأنه يتسبب في إتلاف الألياف السليولوزية بصفة خاصة.

وتنقسم المبيدات الحشرية والفطرية حسب تركيبها الكيميائي إلى المجموعات الآتية:ــ

○ مجموعة الكربوهيدرات الكلورية
(Chlorinated Hydrocarbons)

ومن أهمها المركبات الآتية:ــ

١ ــ الداي كلوروداي فنيل تراي كلورو إيثان ويعرف باسم الـ د.د.ت	Dichlorodiphenyl Trichloro - ethane
٢ ــ جاما هكساكلورو بنزين ويعرف باسم الجامكسان	Gamma Benzene Hexachloride
٣ ــ بارادای کلوروبنزين	Para-dichloro benzene
٤ ــ الألدرين	Aldrin
٥ ــ الداي إلدرين	Dieldrin
٦ ــ الباراكلورونفتالين	Para-Chloro naphthalene

○ مجموعة المركبات الفينولية

(Phenolic Compounds)

ومن أهمها المركبات الآتية:ــ

١ ــ الأورثوفنيل فينول — Othophenyl Phenol

٢ ــ الثيمــــول — Thymol

٣ ــ الميتاكريزيل أسيتات — Meta-Crezyl Acetate

٤ ــ الساليسيل أنيليد — Salicylanilide

○ مجموعة الفينولات الكلورية

(Chlorinated Phenols)

ومن أهمها المركبات الآتية:ــ

١ ــ البنتاكلوروفينول — Pentachlorophenol

٢ ــ بنتاكلوروفينات الصوديوم — Sodium Pentachloro Phenate

٣ ــ لوريل بنتاكلوروفينات — Lauryl Pentachlorophenate

○ مجموعة المركبات المعدنية

(Metallic Compounds)

وتشمل هذه المجموعة مركبات معينة للنحاس والزئبق والزنك والقصدير، وهي تستخدم بصفة خاصة في إبادة الفطريات.

○ مجموعة غير محددة

Miscellaneous

وتشمل هذه المجموعة المركبات المعروفة باسم الليثينات (Lethanes)، وهي جميعا تستخدم على هيئة محلول في الماء أو في المذيبات العضوية. وتوجد مجموعة أخرى من المبيدات الغازية أو المركبات الطيارة، وتتكون هذه المجموعة من المركبات الآتية:ــ

١ ــ ثاني كبريتيد الكربون — Carbon disulphide

٢ ــ أكسيد الإثلين — Ethylene dioxide

مخلوطا بغاز ثاني أكسيد الكربون — + Carbon dioxide

٣ ــ بروميد المثيل — Methyl Bromide

٤ ــ الفورمالدهيد — Formaldehyde

٥ ــ ثاني كلوريد الإثلين — Ethylene dichloride

٦ ــ رابع كلوريد الكربون — Carbon Tetrachloride

وفيما يلي بيان بأهم المبيدات الحشرية والفطرية الشائع استخدامها في مجال صيانة المقتنيات الحضارية والثقافية والشركات المنتجة لها.

الإسم التجاري بالعربية	الإسم التجاري بالإنجليزية	التركيب الكيميائي	الشركة المنتجة
كبرينول	Cuprinol	Cu-Salt أملاح نحاس	Cuprinol Ltd., 9 Upper Belgrave Str., London S.W.1
جامكسان	Gammexane	Benzene hexachloride	I.C.I, Imperial Chemical Industries, Millbank, London, S.W.1 وينتج في شركة كفر الزيات بجمهورية مصر العربية.
توفان	Tophan	O-Phenyl Phenol	I.C.I
الليثان	Lethane	Thio-Cyanate	ROHM & Haas G.m.b.H Mainzer Strasse, Darmstadt, W. Germany.
الميثتوكس	Mystox	Para-Chloro Laurate	Catamance Ltd., Welwyn Carden City Herts, England.
سانتوبريت	Santobrite	Sodium Penta Chlorophenate	Monsanto
شل توكس	Shelltox	Dieldrin	Shell Chemical Corp., New York, U.S.A. وينتج في شركة مصر للبترول بجمهورية مصر العربية.
شيرلان	Shirlan	Salicyl-anilide	British Cotton Research ASS., Manchester, England
زيلامون	Xylamon	Chloro- Naphthalene	Desowag Chemie G.m.b.H Dusseldorf, W. Germany
برفنتول	Preventol (CMK)	P-Chloro-m- Cresol	Bayer - Leverkusen
برفنتول فلوسيج	Preventol Flussig I	Sodium - Trichloro - Phenate.	Bayer - Leverkusen.
كريبتوجيل صوديوم	Cryptogil Sodium	Sodium- Penta Chloro- Phenate	Progil Pechiney 5 rue de Berri Paris 8e.
فنجترول ٦١٧	Fungitrol 617	Tetra chlorophenol. Amine Salt of Copper.	Nuodex France, 14 rue de Moscou Paris 8e.

مراكز العلاج والترميم والهيئات العلمية المتخصصة

أولاً: الهيئات الدولية

1 — United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). Place de Fentenoy, Paris VII, France.
ويصدر مجلة UNESCO's Bulletin.

2 — UNESCO's International Council of Museums (ICOM), Paris.
ويصدر مجلة ICOM News.

3 — International Centre for the Study of Cultural Property (Rome Centre).

An independent, intergovernment institution with 39 member countries connected by statute and agreement with UNESCO.

Didicated to the coordination of preservation and restoration on a world scale, the centre provides direct technical assistance and scholarship, specialists, publishes technical literature and maintain a library of technical literature.

4 — International Institute for the Conservation of Historic and Artistic Works (IIC), C/O The National Gallery, Trafalgar Square, London.

The Institute Was founded in 1950 to provide a permanent Organisation to coordinate and improve the knowledge, methods and working standards needed to protect and preserve precious materials of all kinds.

ويصدر المجلات لآتية

The IIC's News, its Abstracts and its studies in conservation. All disseminate informations on research into all procsesses connected with conservation, both scientific and technical, and on the development of those processes. The London office welcomes queries on technical problems.

ثانيا: المراكز والهيئات الأمريكية والكندية

1 — The international institute for conservation of Historic and Artistic Works (IIC) (American group). c/o conservation centre, Institute of Fine Arts, New York University, one East 78th Street, New York, N.Y., 10021.

Established in 1960 for the purpose of maintaining a regional branch of the IIC, to foster fellowship among American members, to share knowledge and to advise the IIC regarding problems and conditions peculiar to the field of conservation in America. It does not have an information service, but questions on specific problems will be referred to a suitable authority.

2 — The prevention of deterioration center operated by the National Research Council of National Academy of Sciences, Washington, D.C., ceased operation in 1965.

3 — Intermuseum Conservation Association, Allen Art Building, Oberlin, Ohio.

Coordinates and assists in carrying out conservation programs, disseminates knowledge on the theory and practice of conservation in relation to works of art and renders conservation services.

4 — Conservation Center, Institute of Fine Arts, New York University, one East 78th Street New York, N.Y. 10021.

A four-year course leads to a master's degree in fine arts and a special diploma in conservation.

5 — National Bureau of Standards, Washington, D.C., has done much research, in cooperation with private and goverment activities into the problems of conservation.

6 — The Smithsonian Institution, Washington, D.C., established a conservation department.

7 — The Metropolitan Museum of Art, New York, N.Y., has done advanced studies, in cooperation with the National Bureau of standards, on the effect of light on museum objects.

8 — The National Trust for Historic preservation, 815 17th street, N.W., Washington, D.C.

9 — The Conservation and Scientific Research Division, National Gallery of Canada, Ottowa, Ontario, Canada.

ثالثا: المراكز والهيئات الأوروبية والأسيوية

1 — The Research Laboratory, British Museum, London WC1, England, conducts Scientific Studies of Ancient Materials, their reactions to various environmental conditions and methods of preservation and restoration. It includes specialzed laboratories and restoration work shop. Emphasis is on the Scientific approach to conservation.

2 — Imperial Chemical Industries, Ltd., Imperial Chemical House, Millbank, London. SW1, England, Conducts research on insect and fungi control and welcomes queries on the use of their products.

3 — The Forest Products Research Laboratory, Prince Risborough, Aylesburg, Bucks. England. Conducts Studies on the preservation of wood.

4 — The Imperial college of Science and Technology, London SW-7, England.

5 — Conservation Department, Victoria and Albert Museum, London, England.

6 — Florence conservation research center, Italy.

7 — Centre National de la Research Scientifique, 13 Quai Anatole, France, Paris VII, Subsidizes research on insecticides and fungicides.

8 — Laboratoire de Musee du Louvre, Pavillon Mollien, Place du Carrousel Paris I., emphasize on the conservation of paintings, ceramics and metals. It does much original works on the use of Ultraviolet, Infra-red, and Sodium light in conservation.

9 — State Hermitage Museum, Leningrad.

10 — Pushkin state Museum of Fine Arts, Moscow.

11 — Central Laboratory for Restoration and conservation of works of Art, Moscow.

12 — Department for the conservation of Antiquities, National Historical Museum, Stockholm.

13 — Institut du Patrimoine Artistique, Brussels.

14 — The Chemical-Physical Laboratory, Swiss National Museum, Zurich.

15 — Laboratory of the Doerner Institute, Munich.

16 — Indian Standards Institution, Manek Bhaven, 9 Mathura Road, New Delhi.

17 — Art Gallery of New South Wales, Sidney.

18 — General Research Laboratory of objects of Art and Science, Amesterdam.

19 — Research Laboratory, National Museum, Warsow.

20 — Academy of Fine Arts, Warsow.

21 — National Research Institute of Cultural Properties, Ueno Park, Tokyo.

22 — Industrial Graphic School, Prague, offers a four year course for training restorers and conservators.

قائمة المراجع

○ أولا: المراجع العربية

١ ــ الفريد لوكاس ــ المواد والصناعات عند قدماء المصريين ــ الطبعة الثالثة ــ ترجمة الدكتور زكي اسكندر ومحمد زكريا غنيم ــ دار الكتاب المصري ــ القاهرة ١٩٥٦.

٢ ــ د. زكي اسكندر ــ الأساليب الفنية المستخدمة في التصوير ــ مجموعة محاضرات (لم تنشر).

٢ ــ د. صالح احمد صالح ــ الأسس العلمية لصيانة الأحجار ــ مجموعة محاضرات (لم تنشر).

٤ ــ عبد القادر الريحاوي ــ المباني التاريخية حمايتها وطرق صيانتها ــ منشورات المديرية العامة للآثار والمتاحف ــ الجمهورية العربية السورية ــ دمشق ١٩٧٢.

٥ ــ عبد المعز شاهين ــ طرق صيانة وترميم الآثار والمقتنيات الفنية ــ مراجعة الدكتور زكي اسكندر ــ الهيئة المصرية العامة للكتاب ــ القاهرة ١٩٧٥.

٦ ــ د. فريد شافعي ــ العمارة العربية في مصر الإسلامية المجلد الأول عصر الولاة ــ الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر ــ القاهرة ١٩٧٠.

٧ ــ نعمت اسماعيل علام ــ فنون الشرق الأوسط في العصور الاسلامية ــ دار المعارف بمصر ــ القاهرة ١٩٧٤.

○ ثانياً: المراجع الأجنبية

8 — ABDALLAH, Abou El-Naga: Rapport sur les travaux de rèparation suggerès pour le kiosque de Trajan. «Annales de service des antiquitès de l'Egypte». 46 (1947), pp. 385-399.

9 — BAKER, H.R., LEACH, P.B., SINGLETERRY, C.R. and ZISMAN, W.A.,: Cleaning by Surface Displacement of water and Oils. «Industrial and Engineering Chemistry,» 58,6 (1967), pp. 29-40.

10 — BANISTER FLETCHER: A History of Artchitecture, Eighteenth Edition, Revised by PALMES, J.C., Eighteenth Edition, University of London, the Athlone Press, 1975.

11 — BARTON, D.C.: Notes on the Disintegration of Granite in Egypt. «The journal of Geology.» 24 (1916) pp. 382-393.

12 — BHARDWAJ, H.C,: Some Observations on the Conservation of Murals, in AGRAWAL, O.P. (Ed.), Conservation of Cultural Property in India. Proceeding of the Seminar: February 23-25, 1966, pp. 37-46, Conservation Laboratory, National Museum, New Delhi.

13 — BOYNTON, E.B,: Climatic Control in Restored Buildings, «Building Research.» 1 (1964), pp. 37-39.

14 — BUILDING RESEARCH STATION: Condensation Problems in Buildings. «Building Research Station Digest, No. 23. Garston, Herts, October 1950

15 — BUILDING RESEARCH STATION: The Control of Litchens, Mould and Similar Growths on Building Materials. «Building Research Station Digest. No. 47,» October, 1952.

16 — BUILDING RESEARCH STATION: Damp-Proof Courses «Building Research Station Digest, No. 68 (First Series),» Garston, Herts, July, 1954.

17 — BUILDING RESEARCH STATION: Stone Preservatives, «Building Research Station Digest, No. 128, November, 1959.

18 — BUILDING RESEARCH STATION: Rising Damp in Walls, «Building Research Station Diggest, Second Series, No. 27» (1962).

19 — BUILDING RESEARCH STATION: Soils and Foundations, 1-3, «Building Research Station Digest, Second Series, No. 63, 64 and 67» (1965/66).

20 — BUILDING RESEARCH STATION: Cracking in Buildings, «Building Research Station Diggest, Second Series, No. 75,» Garston, Herts, October 1966.

21 — BUILDING RESEARCH STATION: Damp-Proof Courses, «Building Research Station Digest, Second Series, No. 75,» Garston, Herts, October 1966.

22 — BUILDING RESEARCH STATION: Building Science Abstracts, Vol. XL, 1967, Her Majesty's Stationary Office, London.

23 — BUILDING RESEARCH STATION: Sulphate Attack on Brickwork, «Digest, Second Series, No. 89,» Jan. 1968, 1-6.

24 — BUTTERWORTH, B.: Some Striking Examples of Efflorescence on Brickwork, «Transactions of the VIIth International Ceramic Congress.» London, 1960, pp. 275-285.

25 — CADLE, R.D. and MAGILL, P.L.: Chemistry of Contaminated Atmosphere, in: Majill, P.L. (Ed.), Air Pollution Handbook, MCG raw-Hill Book Company, New York, 1956.

26 — CHURCH, A.H.: Conservation of Historic Buildings and Frescoes, «Chemical News,» 96 Aug. 30 (1907), pp. 102-106.

27 — COREMANS, P.: Examples of Problems Encountered in the Field, in: «The Conservation of Cultural Property.» Museums and Monuments, XI, UNESCO, Paris, 1968, pp. 135-138.

28 — COUYAT, M.J.: Le grés nubien et l'immersion des temples de philae. «Annales du Service des Antiquités d'Égypte,» 11 (1911), pp. 279-280.

29 — DAVEY, N.: A HISTORY OF Building Materials, Phoenix House, London, 1961.

30 — DEHLER, E.: Experience from Electro - Osmotic Masonry Drying, in: «Proceedings RILEM Symposium,» Helsinki, 1965, pp. 2-23.

31 — DESHPANDE, M.N.: Archaeological Conservation, «Cultural Forum.» 4,2 (1961), pp. 42-52.

32 — DURST, G.S.: Duration of Wind loading on Buildings, «Engineering, 188,» 4884 (1959), pp. 550-552.

33 — DUTTON, H.H.: Present Status of Steam Cleaning Stone, «The Stone Trades Journal,» 46 (1927), pp. 23-26.

34 — ENÜSTÜN, B.V., SENTÜRK, H.S. and KÖKSAL, K.: Freezing - Melting Behaviour of Capillary Water in Porous Materials, in: «RILEM Symposium - Moisture Problems in Buildings 2-13,» Helsinki, August 16-19 (1965).

35 — FUSEY, P. and HYVERT, G.: The Causes and Effects of Moisture on Old Monuments in Tropical Regions, «ICOMOS, Colloque Sur les problémes que pose l'humidité dans les monuments,» Rome, 11-14 October 1967. Mimeographed (Unpublished).

36 — GAIROLA, T.R.: Examples of the Preservation of Monuments in India, in: « The Conservation of Cultural Property,» Museums and Monuments, XI, UNESCO, Paris, 1968, pp. 139-152.

37 — GETTENS, R.J.: Report on Inspection and Recommendation for Treatment of Plaster Walls and Wall painting, «Arizoniana,» 3,3 (1962) pp. 22-23.

38 — GETTENS, R.J.: Painting Materials, A Short Encyclopaedia, Fourth Edition, A Van Norstrand Company, Inc., New York, 1965.

39 — GIFFORD, E.W.H and TAYLOR, P.: The Restoration of Ancient Buildings, «The Structural Engineer,» Vol. 42, No. 10 (1964) pp. 327-339.

40 — GREATHOUSE, G.A., FLEER, B. and WESSEL, C.J.: Chemical and physical Agents of Deterioration, in: Great house, G.A. (Ed.), Deterioration of Materials, pp. 75-174.

41 — GREGG, S.J.: The surface Chemistry of Solids, Chapman and Hall Ltd., London, 1961.

42 — HICKIN, N.E.: The Conservation of Building Timbers. Hutchinson of London, 1967.

43 — HOLMES, W.J.: Electro - Osmotic Damp Proofing, «The Architect and Building News,» Vol. 222 (1962). pp. 767-769

44 — HUECK-VAN DER PLAS, E.H.: The Micro-biological Deterioration of Porous Building Materials, Central Laboratory TNO, Delft. Report 6/67, May 1967.

45 — I.I.C.: Art and Archaeology Technical Abstracts (Formely IIC - Abstracts), Vol. 6, 1966. Published at the Institute of Fine Arts, New York University for the International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, London.

46 — JOHNSON, S.M.: Deterioration, Maintenance and Repair of Structures. McGraw - Hill Book Company, New York, 1965.

47 — JUDD, H.A.: Maintenance of Restored Buildings, «Building Research,» 1 (1964) pp. 50-52.

48 — JUMIKIS, A.: The effect of Freezing on a Capillary Meniscus, «High-Way Research Board Bull,» 168,1 (1957), pp. 116-122.

49 — KIDDER, B.P.: A Report on the Causes and Effects of Moisture in Old Buildings in Desert Regions, «ICOMOS, Colloque Sur Les problémes que pose l'humidité dans les monuments,» Rome, 11-14 October 1967. Mimeographed (unpublished).

50 — KNETSCH, G.: Geological Considerations Concerning the Preservation of Egyptian Monuments Especially of Philae, Abu Simbel and Luxor, «Report: United Nations Educational Scientific and Cultural Organisation. Meeting of International Experts on the Safe guarding of the Site and Monuments of Ancient Nubia,» Cairo, 1-11 October (1959) p. 8

51 — LANNING, F.C.: The Effectiveness of Sodium Methyl Siliconate as a water Repellent when applied to Limestone, «Transactions of the Kansas Academy of Science,» 58 (1955), pp. 115-120, cf. Chemical Abstracts, 49, (1955), 9900e.

52 — LEWIN, S.Z.: The Conservation of Limestone Objects and Structures, Progress Report No. 1 of a Research Project in the Conservation Center, Institute of Fine Arts, New York University, 1965-6.

53 — MELLAN, I. and MELLAN, E.: Removing Spots and Stains, Chemical publishing Co., New York, 1959.

54 — MICHALES, A.S.: The Waterproofing of Soil and Building Materials, in: J.L. Moillet (Ed.), Water-Proofing and Water-Repellency, Elsevier Publishing Co., Amsterdam, 1963, pp. 339-383.

55 — MUNNIKENDAM, R.A.: Preliminary Notes on the Consolidation of Porous Building Materials by Impregnation With Monomers, «Studies in Conservation.» 12 (1967) pp. 158-162.

56 — PAQUET, J.: Methods and Means of Measurement of Humidity in Monuments «ICOMOS, Colloque Sur les problémes que pose l'humidité dans les monuments,» Rome, 11-14 October 1967. Himeographed (unpublished).

57 — PHILIPPOT, O. and MORA, P.: The Conservation of Wall Paintings, in: the Conservation of Cultural Property, Museums and Monuments XI, UNESCO, Paris, 1968, pp. 169-189.

58 — PLENDERLEITH, H.J.: The Conservation of Antiquities and Works of Art, Treatment, Repair and Restoration, London Oxford Press, New York Toronto, 1962.

59 — PLENDERLEITH, M.: Problems in the Preservation of Monuuments, in: the Conservation of Cultural Property, Museums and Monuments XI, UNESCO, Paris 1968, pp. 124-134.

60 — REMY, H.: Treatise on Inorganic chemistry, Vol. I and II, Elsevier Publishing Co., Amsterdam, 1956.

61 — RITCHIE, T. and PLEWES, W.G.: Moisture Penetration of Brick Masonry Panels, «ASTM-Bulletin,» TP 183-187 (39-43), 1960.

62 — RITCHIE, T. and DAVISON, J.I.: Factors Affecting Bond Strength and Resistance to Moisture Penetration of Brick Masonry, in: Symposium on Masonry Testing, ASTM Special Technical Publications No. 320 Philadelphia 1963, pp. 16-30.

63 — ROY, B.B.: Prevention of Weathering of Stones used in the Construction of the Somnath Temple in Saurashtra, in: J.A. Hedvall, Chemic im Dienst der Archaologie Bautechnik, Denkmalpflege pp. 204-209, Akadmiförlaget - Gumperts, Göteborg, 1962.

64 — SAKURAI, T. and IWASAKI, T.: Treatments Made on the Main Hall of the Horyujji Monastery after the fire of 1949. «Bijutsu Kenkyu» (J. Art. Studies), 167 (1953), pp. 99-107.

65 — SCHÄFFER, R.J.: The Weathering Preservation and Restoration of Stone Building, «Journal of the Royal Society of Arts,» C111 (1954-1955), pp. 843-867.

66 — SCHÄFFER, R.J.: Some Aspects of the Decay of Stone in Building, «Chemistry and Industry,» January 8, (1966), pp. 46-51.

67 — SCHEIDEGGER, A.E.: The Physics of Flow Through Porous Media, University of Toronto Press, 1963.

68 — SEARLE, A.B. and GRIMSHAW, R.W.: The Chemistry and physics of clay and other Ceramic Materials, Ernest Benn Ltd., London, 1960.

69 — SHARMA, B.R.N.: Conservation of a Temple Monument, «Studies in Museology,» (Baroda),3 (1967), pp. 62-65.

70 - SMITH, F.A.: Restoration of Masonry, «Building Research,» 1 (1964), pp. 40-43.

71 — SNEYERS, R.V. AND DEHENAU, P.J.: The Conservation of Stone, in: UNESCO, the Conservation of Cultural Property, Museums and Monuments XI, Paris, 1968, pp. 209-235.

72 — TERZAGHI, K. and PECK, R.B.: Soil Mechanics in Engineering Practice, John Wiley and Sons, New York, 1962.

73 — TODD, D.K.: Ground Water Hydrology, John Wiley and Sons, New York, 1964.

74 — TONOLO, A. and GIACOBINI, C.: Microbiological changes on Frescoes in: G. Thomson, Recent Advances in Conservation, London, Butterworths, 1963, pp. 62-64.

75 — TORRACA, G., CHIARI, G. and GULLINI, G.: Report on Mud Brick Preservation, in: MESOPOTAMIA, Rivista Di Archeologia, Epigrafia E Storia Orientale Antica, Universita Di Torino, Facolta Di Lettere E Filosofia, Vol. VII, Torino, (1972). pp. 259-286.

76 — UNESCO: Report on the Safeguarding of the Philae Monuments, Prepared for UNESCO by Order of the Netherland Government, November, 1960.

77 — UNESCO: International Centre for the Study of the Preservation and the Restoration of Cultural Property, Rome, et al. «Preservation of the Monument of Mohenjo Daro, Pakistan, Prepared for UNESCO, 1964.

78 — VALENTA, O.: The Physical and Mechanical Effect of Moisture on Constructional Materials - Mainly Concrete - Under the Action of Frost, «RILEM Symposium Moisture Problems in Buildings», Helsinki, August 16-19 (1965), 2-14.

79 — VOS, B.H.: Thermal and Hygric Aspects of Cavity Structures, Institute T.N.O. for Building Materials and Building Structures, Delft, Report B1-65-61 (1965).

80 — VOS, B.H.: Non Steady - State Method for the Determination of Moisture Content in Structures, in: WEXLER, A.: Humidity and Moisture, Vol. 4, pp. 35-47, Reinhold publi, corp., New York, 1965.

81 — VOS, B.H.: Condensation in Structures, Institute T.N.O, for Building Materials and Building Stractures Delft, Report B1-67-33 (1967)

82 — VOS, B.H.: Causes of Moiture in Building Structures, «ICOMOS, Colloque Sur les problémes que pose l'humidité dans les monuments,» Rome, 11-14 October 1967, Mimeographed (unpublished).

83 — VOS, B.H.: Characteristic Hygric Properties of Materials and their Measurement, Institute TNO, Report B1-68-17/3p 11, Delft, 1968.

84 — WARNES, A.R.: Building Stones, their Properties, Decay and Preservation, Ernest Benn Ltd., London, 1926.

85 — WEXLER, A.: Humidity and Moisture, Reinhold publication Corp., New York, 1965, 5 Vols.

86 — WINKLER, E.M.: Important Agents of Weathering for Building and Monumental Stone, «Engineering Geology,» 1,5 (1966). pp 381-400.

87 — ——————————, Damp - Proof Renderings and Damp - Courses. «Engineering» (London). 194. (December 1962), p. 789.

88 — ——————————, New Methods for Strengthening Ancient Buildings. «The Surveyor and Municipal and Country Engineer.» (London), Vol. 122 (1963), No. 3722, P. 1253.

89 — ——————————, A Cheaper Way of Drying Walls. «Builder» (London), 1965, Vol. 208, p. 483.

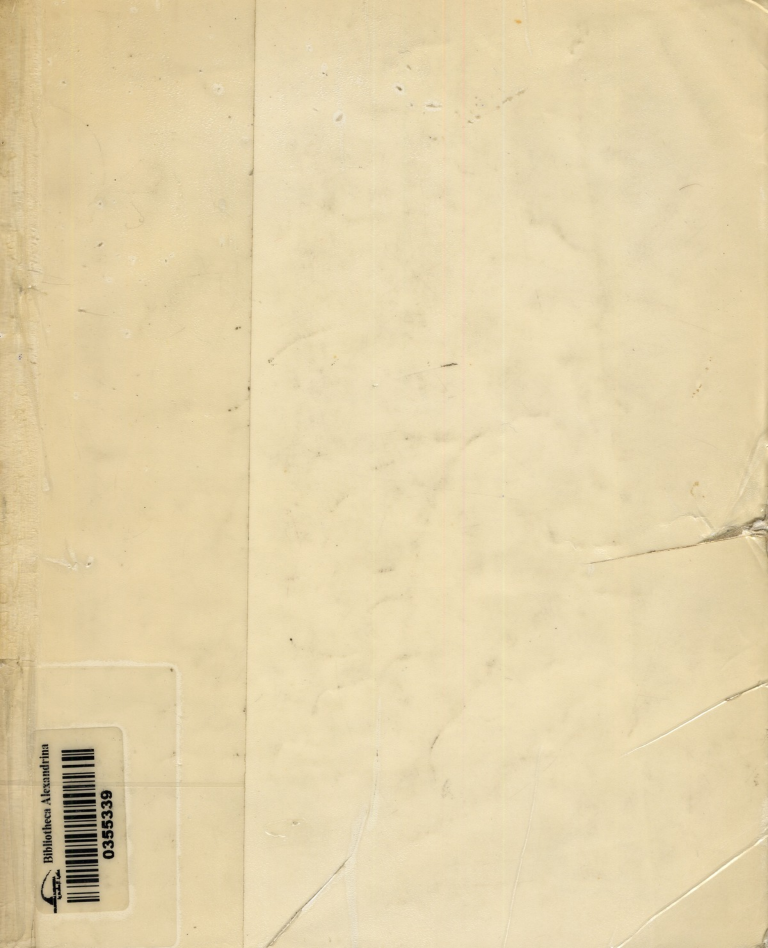
فهرس

البــاب الثالث

الأسس العلمية لتلف المباني الأثرية ٢٥٠

البــاب الـرابـع

طرق وأساليب صيانة وترميم المباني الأثرية والتاريخية ٣٢٥



Bibliotheca Alexandrina
03355339